Phys. sp. 212m

Kosmologische Ideen

von

J. U. Ewertz.

Fundamental-Grundsätze

einer

metaphysischen

KOSMOLOGIE

und

BEWEGUNGSLEHRE

von

J. U. Ewertz.

RIGA,
gedruckt bei W. F. Häcker.
1836.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Der Druck dieser Schrift wird unter der Bedingung gestattet, dafs nach Vollendung desselben die gesetzliche Anzahl von Exemplaren eingeliefert werde.

Riga, am 12. August 1835.

Dr. C. E. Napiersky,
Censor.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalts-Verzeichniſs.

Einleitung.

Uebersicht der Bewegungen. Bewegung um eine Axe. Freie Bewegung um eine Axe. Gegenstand der Untersuchungen. Hinweisung auf frühere Bearbeiter desselben Gegenstandes. Geschichtliche Uebersicht des Fadens der Untersuchungen, an welchen wir die unsrigen anknüpfen wollen.

Fundamental-Grundsätze der rotatorischen Bewegung.

A. In Beziehung auf einen festen Körper an und für sich.

Bestimmung der möglichen zu berücksichtigenden Umstände bei Betrachtung der rotirenden Bewegung. 1.

Betrachtung des Falles, wenn die Geschwindigkeit, mit welcher ein Körper sich um seine Axe bewegt, der Kraft, mit welcher die einzelnen Theile desselben zusammenhängen, = ist. 2. 3.

Betrachtung des Falles, wenn die Geschwindigkeit, mit welcher ein Körper sich um seine Axe bewegt, gröſser ist als die Kraft, mit welcher die einzelnen Theile desselben zusammenhängen. 4. 5.

B. In Beziehung auf ein umgebendes Mittel.

Bestimmung der möglichen Umstände; der bewegte Körper theilt dem umgebenden Mittel die Bewegung mit. 6. 7.

Die Geschwindigkeit der dem Mittel mitgetheilten Bewegung steht in irgend einem umgekehrten Verhältnisse mit der Entfernung vom bewegenden Körper. 8. 9.

Hauptgegenstände für die Naturforschung aus diesen Fundamentalgrundsätzen. 10.

Die Bewegung kann eine beschleunigte oder verzögerte seyn. 11.

Die beschleunigte Bewegung eines rotirenden Körpers wird dem umgebenden Mittel mitgetheilt. 12.

Die dem Mittel mitgetheilte Bewegung kann, nachdem die Bewegung des bewegenden (Central-) Körpers verzögert worden, mit der erhaltenen Geschwindigkeit fortdauern. 13.

Die Geschwindigkeit der dem Mittel mitgetheilten Bewegung hängt von der Geschwindigkeit, mit welcher sich der Körper um eine Axe bewegt, und von seinem Durchmesser ab. 14.

Da die Geschwindigkeit der dem Mittel mitgetheilten Bewegung von der Geschwindigkeit, mit welcher sich der Körper um eine Axe bewegt, und von seinem Durchmesser abhängt, so hat die Masse des bewegenden Körpers auf die mitgetheilte Bewegung keinen Einfluſs. 15.

Durch Versuche lassen sich die theoretischen Grundsätze nicht bekräftigen. 16.

Anführung einiger Erscheinungen, die nach jenen Grundsätzen erklärt werden müssen. 17.

Anwendung der theoretischen Grundsätze auf die Bewegung der Weltkörper.

Die Natur bietet uns ein weites Feld zum Studium der rotatorischen Bewegung an den Weltkörpern. 18.

Alle in den Fundamentalgrundsätzen entworfenen Bewegungen müssen im Weltall vorhanden seyn. 19.

Metaphysische Construction des Raumes, der Zeit und der Materie.

Der materielle Raum ist durch die Wirkung einer ausdehnenden (schaffenden) Kraft entstanden. Ein leerer Raum

ist nirgend vorhanden. Die Schwere ist die negative ausdehnende Kraft. 20.

Die positive, so wie die negative ausdehnende Kraft (die Schwere) sind unermeſslich. 21.

Die unermeſsliche, durch die Wirkung dieser beiden Kräfte hervorgebrachte, Geschwindigkeit wird durch die rotirende Wirkung beschränkt. Der entstandene materielle Raum erhält dadurch Dauer. 22. 23. 24.

Betrachtungen über die Richtung der Schwere. 25.

Ueber die Möglichkeit irgend welcher anziehenden Kräfte. 26.

Es sind in einem, mit einem flüssigen Mittel erfüllten, Raume keine gegenseitigen anziehenden Kräfte möglich. 27.

Fortgesetzte Anwendung der theoretischen Grundsätze auf die Bewegung der Weltkörper.

Durch die ausdehnende Kraft der Sonne ist der Raum des Sonnensystems entstanden, mit materieller Substanz erfüllt und dieser die Bewegung durch die Rotationsbewegung der Sonne mitgetheilt worden. 28.

Dasselbe ist durch die Rotationsbewegnng der Planeten in den einzelnen Planetensystemen geschehen. 29.

Der entstandene ganze Raum ist durch die rotirende Bewegung mit einem elastisch-flüssigen Mittel erfüllt und hat ein Maximum der Geschwindigkeit erlangt. 30.

Alle Rotationssphären gingen in eine allgemeine über, und die Wirkung der negativen ausdehnenden Kraft begann. 31.

In der ersten Periode war der entstandene materielle Raum ein Chaos. Bemerkung über das Chaos. 32.

In der zweiten Periode waren alle Bewegungen stationär. In der dritten Periode bildeten sich in dem choatischen Raume Körper und Körpersysteme. 33.

Die Schwere ist eine ursprüngliche Kraft, und sie kann, eben so wie die ausdehnende Kraft, mit Berücksichtigung

der Richtung mit + oder mit — bezeichnet werden. 34. 35.

Uebersicht früherer kosmologischer Theorien und Hypothesen.

Descartes Hypothese (Wirbeltheorie). 36.

Unsere Theorie ist das Entgegengesetzte der Descartesschen, welche letztere der Newtonschen Gravitationstheorie hat weichen müssen. 37.

Newtons Verdienst um die Wissenschaft. 38.

Kants Theorie; und Darstellung der Ursachen, warum es ihm nicht gelungen ist, ein vollkommenes System der Wissenschaft zu begründen. 39.

La Place's Theorie und Unvollständigkeit derselben. 40.

Aehnliche Ideen sind schon früher von Kepler und Wiedeburg geäufsert worden. 41.

Schlufs. 42.

Bestimmung der Qualität und Quantität der bewegenden Centralkräfte.

Voraussetzungen, von welchen ausgegangen werden mufs. 43.

Nähere Betrachtung der Umstände und Fundamentalgrundsätze, die an einer bewegten Kugel berücksichtigt werden müssen. 44. 45.

Nähere Betrachtung der Umstände und Fnndamentalgrundsätze, die an einer Flüssigkeit, in welcher sich eine Kugel bewegt, berücksichtigt werden müssen. 46. 47.

Der Fliehkraft mufs immer eine zweite Kraft das Gleichgewicht halten. In welcher Richtung diese zweite Kraft wirken kann. 48.

Verhältnifs der zweiten Kraft zur Fliehkraft. 49. 50.

Die zweite Kraft mufs der Fliehkraft gleich seyn. 51. 52.

Die Qualität der Kräfte. Das Newtonsche Gesetz der Schwere. 53.

Betrachtungen über das Newtonsche Gesetz der Schwere und wahre Bedeutung desselben. 54.

Untersuchung, was mit dem Begriffe "Schwere" in dem Newtonschen Gesetze derselben gemeint seyn könne. Der abstracte Begriff kann nicht gemeint seyn. 55.

Es kann nur die absolute oder die relative (specifische) Schwere gemeint seyn. 56.

Betrachtung des Newtonschen Gesetzes, daſs die anziehenden Kräfte wie die Massen, und umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen sich verhalten. 57.

Mit diesem Gesetze ist eine von Galiläi widerlegte irrige Lehre wieder in die Wissenschaft eingeführt. 58.

Unterschied der scholastischen und Newtonschen Lehre. 59.

Beim freien Fall der Körper kommt nur ihr dynamisches Element in Betrachtung. 60.

Betrachtung der Eigenschweren der Körper. Aus der Erfahrung hergenommene Analogien. 61.

Der Aether bewegt sich mit einer sehr groſsen gleichmäſsigen Geschwindigkeit. 62.

Und führt alle in ihm enthaltenen Körper mit sich fort. 63.

Die Eigenschwere dieser Körper muſs in jeder Entfernung von der Sonne eine gegebene und der Geschwindigkeit des Aethers entsprechend seyn. 64.

Dynamisches Element der Körper. 65.

Die Schwere, von welcher im Newtonschen Gesetze derselben die Rede ist, ist die Eigenschwere. 66.

Newton hat durch eine aufgestellte Regel zur Bestimmung der Eigenschwere der Planeten Veranlassung gegeben. 67.

Diese Regel streitet gegen die Erfahrung. 68.

Ist in Hinsicht auf die Sonne und die Planeten unbrauchbar. 69.

Nach einer Veränderung dieser Regel sind die Eigenschweren bestimmt, aber dennoch unrichtig. 70.

Durch die Lehre von der Wirkung der Massen ist Verwirrung in die höhere Physik gebracht. 71.

Die Eigenschwere der Planeten, als Ursache der Bewegungen, bildet eine arithmetische Reihe, der die mit dem

Newtonschen Gesetze der Schwere bezeichneten Bewegungen, als Wirkung, in geometrischer Reihe parallel gehen. 72.

Die Bestimmung der Eigenschwere jedes Körpers im Sonnensysteme ist sehr einfach. 73.

Allgemeine (hydro- und ärostatische) Grundsätze, die bei Betrachtung der, von bewegten flüssigen Körpern festen Körpern, mitgetheilten Bewegung in Anwendung kommen. 74.

Vorschlag, nach diesen Grundsätzen die Eigenschwere des Aethers zu bestimmen. 75.

Die Fliehkraft steht im Verhältniſs der Cosinusse. 76. 77.

Qualität der Fliehkraft. 78.

Die Qualität und Quantität der Schwere bleibt in jeder Entfernung gleich dieser. Die Quantität der Fliehkraft hängt von der Lage ab. 79.

Allgemeinste Regel über die Qualität und Quantität der bewegenden Centralkräfte. 80.

Darstellung der, durch die quantitativ verschiedenen Centralkräfte hervorgebrachten, Bewegungen in Bahnen von verschiedener Gestalt.

Betrachtung des Falles, wenn die Wirkung der Fliehkraft aufgehoben (gedacht) wird. 81.

Durch den freien Fall nach der Richtung der Schwere erhält jeder Körper eine Endgeschwindigkeit. 82.

Mit der erlangten Endgeschwindigkeit setzt er seine Bewegung fort. Analogie eines Pendels. 83.

Durch die Wirkung der Schwere allein würden alle Körper jedes gegebenen Systems in geraden Linien sich bewegen, in deren Mitte sich der Centralpunkt (Körper) des Systems befände. 84.

Von dieser geradlinigten Bewegung werden die Körper jedes Systems durch die Fliehkraft abgelenkt. Bemerkung über die Lage der dadurch entstehenden Bahnen. 85.

Betrachtung der Bahn eines von quantitativ gleichen Kräften bewegten Körpers. 86. 87.

Betrachtung der Bahn eines von quantitativ ungleichen Kräften bewegten Körpers. Quantitatives Verhältnifs der Kräfte. 88.

Daraus entstehende Abweichung der Bahn vom Kreise. 89.

Veränderung der Qualität der Kräfte. 90.

Der Körper nähert sich in einer vom Kreise abweichenden Bahn dem Central- (Körper) Punkt des Systems bis zu einem Punkte. Gesetz, nach welchem dieses geschieht. 91. 92.

Nach der gröfsten Annäherung entfernt er sich wieder von dem Centralkörper. Ursache dieses Entfernens. 93. 94.

Durch die Wirkung der Schwere nähert sich der bewegte Körper dem Mittelpunkte und entfernt sich auch von ihm. 95.

Jeder gegebene Körper jedes Körpersystems hat ein festes quantitatives Verhältnifs der Kräfte, nach welchem seine Bahn vom Kreise abweicht. 96.

Nur die in der Rotationsaxe jedes gegebenen Körpersystems befindlichen Körper bewegen sich in geraden Linien. 97.

Die Gestalt der beschriebenen Bahnen bezieht sich nur auf den Centralkörper eines Körpersystems. 98.

Die Excentricität. 99.

Verschiedene Bedeutung dieses Begriffes nach den mathematischen Lehrbüchern und nach den vorgetragenen Betrachtungen. Richtigere Bezeichnung des Begriffes. 100.

Betrachtungen über die veränderliche Quantität der Schwere. 101. 102.

Von der verschiedenen Quantität der Schwere hängt die verschiedene Geschwindigkeit in verschiedenen Bahnen sich bewegender Körper in einer gleichen Entfernung ab. 103.

Von der verschiedenen Qualität der Schwere hängt die verschiedene Geschwindigkeit eines, in einer gegebenen Bahn sich bewegenden, Körpers in verschiedenen Entfernungen ab. 104.

Obgleich die Betrachtungen nur über Körper angestellt sind, die von qualitativ gleichen Kräften bewegt werden, und deren quantitatives Verhältnifs nur veränderlich ist, so

bleiben doch die aufgestellten Grundsätze, bei jeder möglichen Qualität der Kräfte, im Verhältnifs der Entfernung, unabänderlich. 105—107.

Theoretische Bestimmungen der, durch die Qualität und Quantität der bewegenden Centralkräfte hervorgebrachten, rotirenden Bewegungen der Körper.

Ein durch die Wirkung der Schwere allein bewegter Körper mufs, während seiner Bewegung, seine Lage unverändert behalten. 108.

Durch die Einwirkung der Fliehkraft mufs er diese Lage ändern. 109.

Bei stetiger Einwirkung der Fliehkraft, und stetiger Aenderung der Lage mufs er sich um eine Axe bewegen. Analogie dafür. 110.

Betrachtungen über das an einem Körper zu Bewegende. 111. 112.

Allgemeinstes Gesetz für die Beharrlichkeit und Beweglichkeit der Körper. 113.

Allgemeinstes Gesetz für die Rotations-Geschwindigkeiten der Körper. 114.

Aenderung dieses Gesetzes, insofern die Quantität der Fliehkraft sich ändert. 115.

Die Geschwindigkeit in den Schichten der Wirkungssphäre jedes Körpers. 116.

Verschiedene Richtungen der beweglichen Körper, insofern man sie als das Bewegende oder als das zu Bewegende betrachtet. 117.

Die Rotationsaxen aller Körper eines gegebenen Systems müssen parallel bleiben. 118.

Verbindung des theoretisch Erkennbaren mit dem in der Erfahrung Gegebenen.

Erstes Erfordernifs, um ein folgerechtes System aufzustellen. Vergleich mit einer Uhr. 119.

Copernicus Verdienst beim Erkennen dieser Welten-Uhr. 120.

Keplers und Newtons Verdienste. 121.

Inconsequenzen des Newtonschen Systems, das als hemmende Schranke dem Forschungsgeiste sich entgegenstellt. 122.

Unsere Versuche. 123.

Hauptresultate unserer Theorie. 124.

Die von uns eingeführte Fliehkraft ist nichts Neues. 125.

Die Fliehkraft ist eine abgeleitete Kraft. Die ausdehnende Kraft und die Schwere sind ursprüngliche. Aristoteles spricht schon von diesen drei Kräften. 126.

Der gleichförmigen Bewegung nach einer Richtung widersprechen die rückläufigen Kometen. Betrachtungen über diese. 127.

D. Cassini's Bestimmung des Sonnen-Aequators. Pastorffs Erklärung über die Bewegung der Sonnenflecken. 128.

Nach unserer Theorie sich ergebende Bestimmungsgründe für die Breite der Körper, und die diesen Breiten entsprechenden Geschwingkeiten. De la Grange's Bemerkung. 129.

Darstellung der Gründe, weſswegen rechtläufige Körper rückläufig erscheinen müssen. 130.

Die Cassinische Bestimmung des Sonnen-Aequators muſs falsch, und diese selbst nach einer ganz andern Richtung gegen die Ebene der Erdbahn geneigt seyn. 131.

Theoretische Bestimmungsgründe dafür. Nutation der Erdaxe. 132.

Wahre Neigung des Sonnen-Aequators gegen die Erdbahn. 133.

Der Raum des Sonnensystems ist ein groſser Wirbel, in welchem alle Bewegungen nach einer Richtung gehen. Frühere Forscher, die dieselbe Meinung hatten. 134.

Auch die Neigungswinkel der übrigen Planetenbahnen, in Beziehung auf den Sonnen-Aequator, müssen unrichtig seyn. 135.

Bemerkungen über die zweite Keplersche Regel. 136.

Rotationsbewegungen der Weltkörper und Bestimmungsgründe für dieselben. 137.

Geschichte der Entdeckung dieser Rotationsbewegungen. 138. 139.

Verschiedene Meinungen über die Ursache der Rotationsbewegungen. Descartes, Kant, la Place. 140.

Schellings Meinung. 141.

Beurtheilung derselben. Okens Meinung. Newtons Hypothese. 142.

Unsere Hypothese. 143.

Mögliche Störungen, durch welche die Rotationsgeschwindigkeiten und Zeiten geändert werden können. 144.

Die Störungen können gewisse Grenzen nicht überschreiten. Die Formel giebt daher ein Mittel, auf Entdeckungen auszugehen. 145.

Die Fixsterne bewegen sich sowohl in ihren Bahnen als auch um eigene Axen; die letztern können dienen, die Spur eines Fixsternensystems anzudeuten. 146.

Beobachtete Rotationsgeschwindigkeit der Fixsterne und Entwurf eines höhern Systems. 147.

Wichtigkeit selbst eines solchen Entwurfs für die höhere Astronomie. 148.

Schluſs. 149.

Vorrede.

In keiner andern Absicht, als um die Erscheinungen in der Planetenwelt und deren Ursächlichkeit genauer kennen zu lernen, ergriff ich, nachdem mich bis dahin ausschliefslich andere Naturwissenschaften beschäftigt hatten, alles, was mir in dieser Beziehung Belehrung versprach und mir zugänglich war. So beschränkt auch die Quellen waren, aus welchen ich Belehrung zu schöpfen Gelegenheit hatte, so waren sie doch hinreichend, mir den Standpunkt zu zeigen, von welchem aus die gesammte Wissenschaft überblickt werden kann. Ich glaubte, ein in allen seinen Theilen vollkommen zusammenhängendes Lehrgebäude der vorzugsweise ganz mathematischen Wissenschaft zu finden, fand das zwar nicht, aber indem ich mich jahrelang beschäftigte und immer tiefer in die Wissenschaft eindrang, lernte

ich das Wahre von dem Irrthum unterscheiden. Anfangs glaubte ich, dafs mir nur defswegen manches irrig schien, weil es mir unverständlich war, und suchte mich mit allen Mitteln, die die Wissenschaften darbieten, auszurüsten, um die Sache besser zu durchschauen. Doch vergebens! Woher der erste Anstofs gekommen, der die Weltkörper in Bewegung gesetzt? Warum diese in Bahnen von höchst verschiedener Gestalt sich bewegen? und endlich, warum die Geschwindigkeiten, mit welchen sie sich um eigene Axen bewegen, so verschieden sind? Das sind die Fragen, die die Wissenschaft unbeantwortet läfst, und wenn sie auch irgend eine Erklärung giebt, so ist diese nicht dem jetzigen Stande menschlicher Erkenntnisse, sondern dem Kindesalter unserer Geschichte der Menschheit und der Wissenschaften entsprechend. Um irgend eine genügende Ansicht zu erlangen, durchdachte ich die Sache mehrseitig, verglich die Erfahrungen mit den Erscheinungen, entwarf und verwarf unzählige Hypothesen und stellte wieder andere auf, bis ich denn endlich eine, schon durch das Copernicussche Weltsystem bedingte und von Newton angedeutete, deutlich vor Augen liegende Kraft in der Na-

tur fand, die zur Erklärung der Bewegung aller Körper im Weltenraume in krummlinigten Bahnen vollkommen ausreicht und unumgänglich angenommen werden mufs. Mit der gröfsten Beharrlichkeit verfolgte ich meine Entdeckung, deren genauere Entwickelung mir die Mussestunden mehrerer Jahre ausfüllte, und endlich das in den folgenden Blättern enthaltene System ergab.

Es könnte wohl überflüssig scheinen, nach den Bemühungen der berühmtesten Geometer und Astronomen noch eine Theorie der Centralbewegungen geben zu wollen; da aber kein Zweig des menschlichen Wissens und, wie ich jetzt zu glauben Ursache habe, auch die theoretische Astronomie (oder vielmehr die höhere Physik) nicht als vollkommen abgerundet und abgeschlossen angesehen werden kann, welche Meinung auch viele der geachtetsten Gelehrten durch geäufserte Zweifel zu theilen scheinen, so möchten vielleicht die in den folgenden Blättern entwickelten Fundamental-Bewegungsgesetze, die sich ganz auf in der Erfahrung gegebenen Thatsachen gründen und ganz einfach geometrisch dargestellt werden können, die Lehre von den Centralbewegungen, nicht allein erweitern,

sondern ihnen auch die gehörigen Grenzen anweisen und deſswegen einige Aufmerksamkeit verdienen.

Zwar weiſs ich aus allen gedruckten Quellen, die mir zugänglich gewesen sind, aus brieflichen und mündlichen Aeuſserungen, daſs Newtons System der Mechanik des Himmels für ewige Zeiten unerschütterlich feststehen soll; ein bekannter und berühmter Gelehrter schrieb mir: Euclides selbst ist nicht schwerer zu widerlegen, als das Newtonsche System. Wenn ich daher dennoch darauf beharre, das Newtonsche System als unrichtig oder vielmehr als unzulänglich zu betrachten, so muſs ich mich hier darüber erklären, da es keineswegs meine Absicht seyn kann, an der Richtigkeit einer mathematisch begründeten Lehre zu zweifeln, was mehr als lächerlich wäre, und was als ein abentheuerliches Unternehmen mit Recht betrachtet werden könnte. Von der Untrüglichkeit der Mathemathik bin ich selber vollkommen überzeugt, und lehne hiemit feierlichst die Beschuldigung von mir ab, als wenn ich an der Wahrheit der von ihr bewiesenen Sätze zweifeln wollte, wenn sie nur von richtigen Thatsachen und Daten ausgeht.

Zuweilen liegt nur der Fehler darin, dafs sie von unrichtigen Daten, die ihr vorgelegt werden, ausgeht, wo alsdann nothwendig die Resultate ebenfalls unrichtig ausfallen müssen.

Das Newtonsche System der Mechanik des Himmels besteht nun aus zwei Reihen scheinbar eng mit einander verbundenen Sätze, die aber einen sehr ungleichen Werth haben.

Die Sätze der einen Reihe: 1) die Schwere ist eine Kraft, die von jedem Punkte eines gegebenen Raumes nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte wirkt, 2) die Schwere steht im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen, und zwar 3) im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen, sind so mathematisch fest begründet, dafs an deren Wahrheit Niemand zweifeln kann und sie meiner Bestätigung gewifs nicht bedürfen; sie müssen unerläfslich als Grundgesetze in jeder Bewegungslehre der Weltkörper angenommen werden, so wie auch ich ihnen den gehörigen Ort angewiesen habe.

Die Sätze der zweiten Reihe dagegen: 1) die Schwere ist eine von jedem Punkte des Weltalls nach jedem anderen, ins Unendliche gehende gegenseitig anziehende,

und zwar 2) im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen und im geraden Verhältnisse der Massen wirkende Kraft, sind, obgleich Newton erklärt hat: hypotheses non fingo, rein hypothetisch und durchaus unerweislich. Diese Sätze sind es daher, deren Richtigkeit zu bezweifeln, und vielleicht durch meine Untersuchungen zu berichtigen ich versucht habe. Es ist weder eine allgemeine gegenseitige anziehende Kraft überhaupt (26.), noch auch eine im Verhältniſs der Massen (57 folg.) denkbar und möglich, worüber ich mich gehörigen Orts ausgesprochen habe. Mir sind die, durch Newtons Lehre hauptsächlich angeregten, Versuche von Condamine, Bouguer, Hutton, Cavendish, Mitchell und vielen andern bis auf Hermbstädt und Achard, die die gegenseitige Anziehung der Körper im Verhältniſs ihrer Massen beweisen sollen, bekannt. Was sollen aber alle diese minutiösen Versuche beweisen? Und können die vermeintlichen Ergebnisse derselben auch ohne Weiteres auf die Erscheinungen im Weltall angewendet werden? Wie wäre es, wenn Jemand behaupten wollte, daſs alle Naturforscher nach Newton, von dessen Autorität befangen, weil

das Getetz der Schwere (53.) unbezweifelbar richtig ist, alles andere von ihm Ausgesprochene für baare Wahrheit angenommen hätten, und daher, indem sie die Versuche anstellten, nichts anders als die Bestätigung der allgemeinen gegenseitigen Anziehung erwarteten, sie auch fanden, und sich dennnoch freuten, daſs es auch ihnen gelungen war, die Anziehung zu beobachten. Aller Wahrscheinlichkeit nach findet hier, was bei so delikaten Versuchen so leicht möglich ist, eine Täuschung Statt, und wenn erst die Gelehrten sich von der Unrichtigkeit der in Rede stehenden Gravitations-Lehre werden überzeugt haben, so wird auch die vermeintliche beobachtete Anziehung der Körper gewiſs verschwinden. Diese theoretisch unerweisliche allgemeine gegenseitige Anziehung der Körper und alle Erscheinungen, die von ihr abhängen sollen, muſs daher noch ganz genau untersucht werden, da durch sie in die Naturlehre eine grenzenlose Verwirrung gebracht werden kann. Theoretisch ist es im Gegentheil erweislich, daſs alle Körper, von welcher verschiedenen Masse bei gleichem Volumen sie auch seyn mögen (15.), wenn sie ja auf andere Körper, ohne sie zu be-

rühren, wirken, durchans gleichförmig auf andere Körper wirken und dieselbe gleiche Geschwindigkeit ihnen mittheilen müssen. Einige eigentlich negativ zu nennende Beweise dafür, dafs die Körper im Weltenraume einander nicht im Verhältnifs ihrer Massen anziehen, habe ich beiläufig (73.) angeführt, später werde ich deren noch sehr viele aus dem täglichen Erfahrungskreise, wenn ich so sagen darf, da die Erscheinungen, die dieser Newtonschen Lehre widersprechen, wenn nicht alltäglich, so doch oft genug Statt finden, anzuführen Gelegenheit haben, und so, wenn die theoretisch erkannte Unrichtigkeit dieser Lehre noch einer auf Thatsachen sich gründenden Widerlegung bedarf, auch diese beibringen.

Uebrigens ist es hier gar nicht meine Absicht gewesen, als entschiedener Gegner der Newtonschen Gravitations-Lehre aufzutreten, da mein Zweck nur war, die gleich anfangs aufgeworfenen Fragen zu beantworten, und die Gründe für die ursprüngliche Causalität der Bewegungen der Weltkörper, wie sie a priori nach logischen Denkgesetzen und zugleich a posteriori erfahrungsmäfsig in der Natur nachgewiesen werden können, zu ent-

wickeln. Das konnte nun aber nicht geschehen, ohne die Newtonsche Lehre zu berühren und sie zugleich einer scharfen Kritik zu unterwerfen. Ist dabei die Feder zu scharf und die Hand, die sie führte, zu unbehülflich gewesen, nun so trage ich die Schuld, und werde jede gerechte Rüge ruhig, so wie jede Berichtigung mit Dank entgegen nehmen. Die Sache, die ich, vielleicht nicht ganz klar, vortrage, kann deswegen aber immer richtig seyn; denn meine Theorie, davon bin ich fest überzeugt, steht und fällt zugleich mit der Copernicanischen Weltordnung, in der sie wurzelt. Wälzt sich die Erde wirlich um eine Axe, woran kein Vernünftiger jetzt noch zweifeln kann, so hat sie auch (einst) ihrem ganzen (dem Erd-)Systeme die Bewegung mitgetheilt. Bewegt sich die Erde um die Sonne, woran gleichfalls Niemand zweifeln wird, so hat sie diese Bewegung zugleich mit den übrigen Planeten, mit den Kometen und dem ganzen Raume des Sonnensystems durch die wahrscheinlich einst sehr viel schnellere Umwälzung der Sonne um eine Axe mitgetheilt erhalten. Das sind die Grundideen, auf welche sich meine ganze Theorie stützt, und auf welche das schönste

Gebäude der Wissenschaft erbaut werden kann. Ein unübersehbares, mit den schönsten zu diesem Gebäude dienlichen Baumaterialien übersäetes, Feld bietet sich den Blicken dar, und harret des Meisters, der sie zu einem symmetrischen Ganzen ordnet. Wie weit meine Theorie ausreicht, alle Erscheinungen in der Körperwelt zu erklären, ist hier noch nicht deutlich sichtbar, da ich erst die Fundamentalsätze entworfen habe, und mich freuen würde, wenn es mir durch diese gelungen wäre, meinen Zweck zu erreichen, und zu gediegnern Forschungen Anregung gegeben zu haben. Aus diesen Fundamentalsätzen läſst sich aber schon eine Reihe Naturgesetze organisch entwickeln, und den schon bekannten ihr Ort anweisen, ohne erst jahrelangen mühsamen Rechnungen, wie Kepler, ehe er seine bekannten Gesetze fand, zu führen gezwungen war, sich unterziehen zu müssen. Die Erfahrungen von Jahrtausenden liegen vor uns, wir haben nur die Mühe, sie zu ordnen und unter allgemeine Gesetze zu bringen, was um so leichter möglich wird, je einfacher und wahrer das Princip ist, von welchem bei einem solchen Unternehmen ausgegan-

gen wird. Nach dem Princip, das meiner Theorie zum Grunde liegt, habe ich das allgemeine qualitative Verhältniſs der bewegenden Kräfte (53.), so wie die durch die bewegenden Kräfte bedingten Geschwindigkeiten (das sogenannte Newtonsche Gesetz) dargestellt, und so die allgemeinste Uebersicht für die Bewegungen zu geben versucht. Die Betrachtungen über das quantitative Verhältniſs der Kräfte führten mich zu der Ursache der so auſserordentlich verschiedenen Excentricität der Planeten- und Kometenbahnen, und lieſsen mich das Gesetz entdecken (91. 92. 97.), nach welchem die verschiedene Gestalt der Bahnen mit mathematischer Genauigkeit unabänderlich bestimmt werden muſs. Weitere Betrachtungen des quantitativen Verhältnisses der Kräfte lieſsen mich das Gesetz erkennen, nach welchem in der gröſsten Allgemeinheit die Geschwindigkeiten der Körper in ihren resp. Bahnen bestimmt werden müssen (103.), welche aus den Eigenschaften des Kreises und der Parabel von den Geometern zwar schon, aber nicht in dieser Allgemeinheit bestimmt waren. Nach demselben leitenden Princip scheint auch das Gesetz für die Umdrehungs-Be-

wegungen der Weltkörper (114. 115.), so wie die wahre Ursache dieser Bewegungen richtig dargestellt zu seyn. Alle diese, der Erfahrung entsprechenden, Gesetze, so viel ihrer in den Fundamental-Grundsätzen der Bewegungslehre aufgestellt werden können, geben den einfachen Umrifs eines Gebäudes der Wissenschaft, die sich vorzüglich durch mathematisehe Bestimmtheit auszeichnen soll, wovon sich Jeder, der diese Arbeit nicht flüchtig ansehen, sondern ernsthaft studiren will, bald überzeugen wird.

Dünaburg, im September 1835.

J. U. Ewertz.

Einleitung.

Während die Bewegung im Allgemeinen ein Begriff ist, von welchem jeder Mensch weiſs, was darunter verstanden wird, ist es doch nicht leicht, alles dahin Gehörige schulgerecht zu bestimmen, ja es ist wohl möglich, daſs manche Bewegung mit den von derselben abhängenden Folgen nicht gehörig beachtet, oder auch wohl ganz übersehen wird. Die gröſsten Geometer seit Galiläi, mit dem die glänzende Periode der Mechanik anfängt, haben sich bemüht und allen ihren Scharfsinn angewandt, um die Lehre von den Bewegungen zu vervollständigen. Die freie Bewegung in grad- und krummlinigten Bahnen, die nicht freie Bewegung in einer gegebenen Bahn und um einen gegebenen freien Punkt und, als zu der Letzeren gehörend, die oscillatorische und die um eine feste Axe rotirende Bewegung haben ihre Bearbeiter gefunden, unter denen die Namen: Galiläi, Torricelli, Baliani, Borelli, Descartes, Wallis, Wrenn, Huygens, Newton, Leibnitz, Bernouilli, Euler, d'Alembert, de la Grange, de la Laude, La Plave u. s. w. u. s. w. hervorragen. Die Letztere, die rotirende Bewegung um eine feste Axe ist in Hinsicht

der praktischen Mittel, die Bewegung hervorzubringen, also in der Maschinenlehre, vielseitig untersucht und die Gesetze derselben bestimmt worden; die Bewegungen überhaupt sind in Hinsicht auf ihre Mittheilung und die dadurch hervorzubringenden Wirkungen, zumal in neuerer Zeit, ein Gegenstand der ausgedehntesten und zugleich genauesten Untersuchungen gewesen, und die gesammte Maschinenlehre hat eine hohe Stufe der Vollkommenheit erlangt. Die freie rotirende Bewegung um eine Axe, die uns die Natur selbst in der Umdrehung der Weltkörper rein darstellt, die uns Copernikus zuerst nachgewiesen hat, ist dagegen noch keineswegs, weder mit der nöthigen Genauigkeit, noch auch in jeder möglichen Beziehung, untersucht worden, ist nur als einfache, in der Erfahrung gegebene Thatsache hingestellt, und ist in der gröfsten Allgemeinheit und in vieler Beziehung mit allen von ihr abhängenden Erscheinungen fast ganz unbeachtet geblieben. So lange die Erde, nach der Meinung ihrer Bewohner, ruhte und es bequem fand, die sämmtlichen Weltkörper in den verwickeltsten und ungeheuersten Bahnen um sich bewegen zu lassen, konnte von einer freien Bewegung um eine Axe gar nicht die Rede seyn, weil auf der Erde selbst keine Bewegungen der Art vorhanden sind. Da sich aber die Erde, wie es Copernikus gelehrt hat, und auch die übrigen Planeten, wie es spätere Beobachtungen gewiesen haben, nicht allein um die Sonne, sondern auch um eigene Axen bewegen, so kann man es schon wagen, in eine solche Untersuchung einzugehen, um zu erforschen, von welchen Folgen eine solche freie rotatorische Bewe-

gung seyn kann, und welche Erscheinungen von ihr abgeleitet werden könnten. Zwar haben schon Clairaut, Maclaurin, le Gendre und la Place Betrachtungen über die rotatorische Bewegung in Beziehung auf die Erde und deren dadurch entstehende Gestalt angestellt, doch sind sie im Ganzen sehr beschränkt und nicht in ihrer gröſsten Allgemeinheit aufgefaſst worden, weil sonst die im Verfolge unserer Untersuchungen sich darstellenden Resultate schon längst bekannt seyn müſsten, la Place nicht als Hauptgegenstände für die Untersuchungen künftiger Astronomen und Physiker die Causalität mehrerer Erscheinungen angegeben hätte,*) und in Brandes physikalischem Wörterbuch,**) bei Betrachtung der Bewegung der Erde in ihrer Bahn und um eine Axe, nicht gestanden hätte: „Welcher Stoſs aber zuerst diese dop- „pelte Bewegung hervorgebracht habe, darüber ist „uns gar nichts bekannt, und die Beantwortung die- „ser Frage scheint jenseits der Grenzen zu liegen, „welche uns bei unsern Forschungen gesetzt sind.“ Erst wollen wir unsere Begriffe über die rotatorische Bewegung ordnen und deutlich hervorheben und dann zu ihrer Anwendung auf die allein frei rotirenden Weltkörper übergehen. Hiebei wollen wir jedem Anspruche auf streng gelehrtes Verdienst entsagen, da wir unsere Ideen nur fragmentarisch und keineswegs systematisch vorzutragen vermögen, die Thatsachen mit schlichten klaren Worten hervorheben

*) Darstellung des Weltsystems. A. d. Franz. übers. v. J. K. F. Hauff. Frankfurt a. M. 1797.

**) N. Ausgabe d.B., S. 831. Z. 7. v. u.

und den Leser auf einen Standpunkt führen, von welchem aus er die gesammte hehre Wissenschaft, welche uns hier beschäftigen wird, mit einem Blicke übersehen kann, dadurch aber dieser erhabenen Wissenschaft, die bis jetzt wie hinter ehernen Schranken verzaubert nur das Eigenthum sehr Weniger gewesen ist, sehr viele Freunde und Verehrer zuzuwenden versuchen.

Um uns zu höheren Begriffen zu erheben, wollen wir mit Betrachtungen aus unserem täglichen Erfahrungskreise beginnen, und da wir in der Natur es immer mit Körpern zu thun haben, denen gewisse physische Eigenschaften zukommen, so wollen wir diese Betrachtungen auch auf wirkliche Körper und nicht auf blofse geometrische Figuren, denen keine physischen Eigenschaften zugeschrieben werden können, anwenden; hier aber noch kurz anführen, wo wir unsere Betrachtungen anzuknüpfen gedenken.

Nachdem Copernikus Entdeckung, dafs die Erde sich um eine Axe von Westen nach Osten drehe, bekannt geworden war, fanden sich, wie es gewöhnlich bei jeder Entdeckung irgend einer neuen Wahrheit der Fall ist, eine Menge Gegner, deren Haupteinwurf der war: dafs alle von einem erhöheten Punkte auf die Oberfläche der Erde herabfallenden Körper, weil sich die Erde während der Fallzeit nach Osten bewegt habe, von dem erhöheten Punkte westlich niederfallen müfsten. Tycho Brahe, der von der Wahrheit dieses Einwurfes ganz überzeugt war, schrieb an den Dr. Rothmann, dieses müsse ebenso geschehen, wie auf einem schnellsegelnden Schiffe ein vom Mast fallender Körper hinter jenem zurückbliebe, obgleich

er einen solchen Versuch weder selbst gemacht hatte, noch hatte machen lassen. Gassendi stellte hierüber, lange nach Tycho Brahe, im Hafen von Marseille Versuche auf schnellsegelnden Schiffen an und fand, gegen Tycho's Behauptung, dafs ein vom Maste fallender Körper am Fufse desselben niederfiel; und da erst sah man ein, dafs ein bewegter Körper seine Bewegung einem andern mittheilen könne und müsse.

Newton endlich lehrte, dafs wenn die Erde sich wirklich um ihre Axe bewege, so müsse sie diese Bewegung allen zu ihr gehörigen Körpern mittheilen und ein von einem erhöheten Punkte auf die Oberfläche der Erde herabfallender Körper nach Osten abweichen, weil der erhöhete Punkt (eine Thurmspitze) einen gröfsern Schwung mache als die Basis. Die Versuche mit fallenden Körpern von Guglielmini, Flauguerges, Benzenberg und Reich, die die Richtigkeit dieser Meinung und somit auch die Umdrehung der Erde beweisen, sind bekannt. Hier hört aber der Faden der Untersuchungen nach dieser Richtung auf, und hier wollen wir die unsrigen anknüpfen, indem wir von der Thatsache ausgehen, dafs die Erde sich um ihre Axe bewegt und alle ihre Aggregattheile mit einer verschiedenen, den Entfernungen derselben von der Bewegungs-Axe entsprechenden, Geschwindigkeit bewegt. Wir werden aber unsern Gegenstand ganz allgemein nehmen und uns die Frage stellen: wenn ein (sphärischer) Körper sich um eine Axe bewegt und seine Bewegung andern Körpern mittheilen kann, welche Umstände müssen bei einer solchen Erscheinung berücksichtigt werden? — Dafs die materiellen Theile der Körper mit einer gegebe-

nen Kraft zusammenhängen und dafs die Körper beweglich sind, werden die physischen Eigenschaften seyn, die wir unsern Betrachtungen zum Grunde legen.

Fundamental-Grundsätze der rotatorischen Bewegung.

A. In Beziehung auf einen festen Körper an und für sich.

1.) Nehmen wir eine um eine Axe gleichmäfsig bewegliche Kugel, von welcher besondern Substanz, als von massivem Metall, von Stein, von Thon, von Holz u. s. w. sie übrigens seyn mag, an, deren einzelne Massentheile (die materiellen Punkte, aus welchen die Kugel besteht) mit einer gegebenen, durch irgend eine Gröfse bestimmbaren Kraft v aneinander- und zusammenhängen (cohäriren), so kann die Geschwindigkeit c, mit welcher die Kugel um ihre Axe in einer bestimmten Zeit t bewegt werden kann,

a) kleiner seyn als die Kraft, mit welcher die einzelnen Massentheile der Kugel zusammenhängen ($v > c$) oder

b) so grofs seyn, dafs sie mit der Kraft, mit welcher die einzelnen Punkte der Kugel zusammenhängen, im Gleichgewichte steht ($v = c$), oder endlich

c) so grofs seyn, dafs sie die Kraft mit welcher die einzelnen Theile der Kugel zusammenhängen, übersteigt ($v < c$)

Ueber die besondern Erscheinungen, die dadurch, dafs die Kraft, mit welcher die einzelnen Massentheile einer Kugel zusammenhängen, gröfser als die Geschwindigkeit, mit welcher sie sich um eine Axe bewegt, ist, hervorgebracht werden können, werden wir später ganz speciell sprechen; wir gehen hier daher gleich zur Betrachtung des zweiten Falles über.

2.) Es sey a b c d Fig. 1. eine um die Axe b d bewegliche Kugel, deren Aequator c c und deren Halbmesser a s ist. Die Geschwindigkeit c, mit welcher sich die Kugel um ihre Axe in einer gegebenen Zeit t bewegt, sey der Kraft v, mit welcher die einzelnen Theile derselben zusammenhängen, gleich, also c = v = 1. Wird die Kugel um ihre Axe b d bewegt, so wird jeder Punkt a, e u. s. w. an der Oberfläche derselben mit einer Geschwindigkeit fortbewegt, die der, von dem gegebenen Punkte auf die Bewegungs-Axe b d gezogenen Senkrechten gleich ist. Der Punkt a an der Oberfläche der Kugel wird, obgleich alle Punkte der Kugel sich gleichzeitig bewegen, mit gröfserer Geschwindigkeit fortbewegt als jeder andere Punkt an der Oberfläche der Kugel, weil er der Endpunkt der längsten möglichen Senkrechten auf die Bewegungs-Axe, nämlich der Endpunkt des Halbmessers a s ist. Es sey auch der Punkt e der Endpunkt des Halbmessers e i einer Kugel e f g h, die mit der Kugel a b c d gleichzeitig um die Axe f b sich bewegt. Nennt man den Halbmesser e i = k s, m und a k, n, so verhalten sich die Geschwindigkeiten, mit welchen die beiden Punkte e und a bewegt werden, wie m : m + n, und haben sich die beiden Punkte gleichzeitig und in einer Ebene Fig. 2. bewegt, so

haben sie in derselben Zeit die Räume a m und k n zurückgelegt. Da aber die Kreise sich verhalten wie ihre Halbmesser, also auch a m : k n = a s : k s ist, so sind die Kräfte, von welchen die einzelnen Punkte an der Oberfläche einer Kugel bewegt werden, den, von denselben auf die Bewegungs-Axe gezogenen Senkrechten gleich.

3.) Wenn die Geschwindigkeit, mit welcher die Kugel um ihre Axe bewegt wird, der Kraft, mit der die einzelnen Punkte der Kugel zusammenhängen, also c = v ist, so kann dieses Verhältniſs nur auf den Punkt a Fig. 1. angewandt werden, da er der Endpunkt des Halbmessers a s ist und in einer gegebenen gleichen Zeit das Stück a m Fig. 2. eines gröſsern Kreises zurücklegt, als jeder andere Punkt an der Oberfläche der Kugel. Die Geschwindigkeit jedes andern Punktes an der Oberfläche der Kugel wird folglich kleiner als die Kraft, mit welcher die Theile der Kugel zusammenhängen, seyn müssen. Ist die Geschwindigkeit, mit welcher der Punkt a. an der Oberfläche der Kugel fortbewegt wird, der Kraft, mit welcher er, mit den ihn umgebenden (materiellen) Punkten an der Oberfläche der Kugel zusammenhängt, gleich, so verändert er seinen relativen Ort, in Hinsicht auf die andern Punkte, nicht, sondern bleibt in dieser Beziehung in relativer Ruhe, obgleich er sich mit der ganzen Kugel um die Axe derselben bewegt.

Alle andere, mit kleinerer Geschwindigkeit sich bewegende Punkte an der Oberfläche der Kugel werden daher ebenfalls in relativer Ruhe verharren und ihren Ort nicht verändern. Bewegt sich die Kugel e f g h mit eben der Geschwindigkeit um ihre Axe,

wie die Kugel abcd, d. h. dreht sie sich in derselben Zeit t einmal um die Axe und ist auf derselben eine feste Linie an Fig. 2., so bewegt sich der Punkt a an dem von der Kugel entfernten Ende der Linie gerade so, als wenn er sich auf einer festen Kugel befände, durch den Raum am, während der Punkt n an der Oberfläche der Kugel sich von n nach k bewegt, so dafs auch dann am : kn = as : ks ist.

Aus allem diesen folgt, dafs die Geschwindigkeit, mit welcher sich eine Kugel um eine Axe dreht und die Geschwindigkeit, mit welcher ein gegebener Punkt an der Oberfläche der Kugel fortrückt, genau zu unterscheiden sind. Obgleich nämlich die Kugeln abcd und efgh Fig. 1. sich mit gleicher Geschwindigkeit um ihre Axen bewegen, so ist doch die Geschwindigkeit, mit welcher die Punkte a und e an der Oberfläche dieser Kugel fortrücken, sehr verschieden. Es sey C, c die Geschwindigkeit, mit welcher zwei Kugeln um ihre Axen sich bewegen, D, d der Halbmesser dieser Kugeln und K, k die Geschwindigkeit, mit welcher ein gegebener Punkt auf der Oberfläche der Kugel fortrückt, so ist K : k = CD : cd.

4.) Es sey die Geschwindigkeit c, mit welcher eine feste Kugel abcd sich um eine Axe dreht, gröfser als die Kraft v, mit welcher die einzelnen Theile derselben znsammenhängen (cohäriren), also c > v = 1, so wird der Punkt a in einer gegebenen Zeit t einen Raum zurücklegen, der gröfser als am ist. Nehmen wir an, dafs c : v = 2 : 1 ist, so wird der Punkt a auf der Kugel abcd in der Zeit t einen Raum zurücklegen, der = 2am ist, während schon der Punkt e auf der Kugel efgh durch einen dem

Raum a m gleichen Raum rückt. Ist nun aber nach der Voraussetzung die Geschwindigkeit, mit welcher ein Punkt an der Oberfläche einer, mit der gegebenen Kraft v zusammenhängenden, materiellen Kugel durch einen Raum a m fortrücken kann, die möglichst gröſste, ohne die Cohärenz aufzuheben, so müssen alle entfernter als der Punkt e, der schon in der Zeit t durch einen Raum a m rückt, von der Bewegungs-Axe b d liegenden Punkte der Kugel a b c d, da sie mit einer gröſseren Geschwindigkeit sich bewegen und gröſsere Räume in derselben Zeit, als der Raum a m, beschreiben, von der Kugel sich losreiſsen und also nicht allein zu gleicher Zeit als Theile der Kugel, sondern jeder einzelne Punkt auch in Beziehung auf die andern Punkte der Kugel sich bewegen. Da nämlich die bewegenden Kräfte in den Punkten a und e = k Fig. 2. sich verhalten wie die Entfernungen dieser Punkte von dem Mittelpunkte, oder vielmehr von der Bewegungs-Axe s, so verhält sich, wenn die Entfernung a s = 2 k s ist, die bewegende Kraft in a zu der bewegenden Kraft in k wie 2 : 1, aber die Kraft, mit welcher der Punkt a an der Oberfläche der Kugel hängt, verhält sich zu der Geschwindigkeit desselben Punktes wie 1 : 2, weil nach der Voraussetzung die Kraft, mit welcher die Theile der Kugel aneinanderhängen (cohäriren), in jedem Theile der Kugel = 1 ist; es wird daher der Punkt a durch die gröſsere Geschwindigkeit, gleichsam wie durch den Hebelarm a s, aus seinem relativen Ort gerückt, nicht mehr in der Zeit t, in welcher sich der Punkt k durch den Raum a m bewegt, nur durch einen Raum 2 a m bewegen, sondern über diesen Punkt

hinaus, d. h.: die Geschwindigkeit dieses sich losreifsenden Punktes a wird nicht mehr mit der Entfernung im geraden Verhältnisse stehen, sondern mit derselben zunehmen. Würde er aber, in Beziehung auf die andern Punkte der Kugel, seinen Ort nicht verändern, also, in Beziehung auf sie, sich nicht bewegen, so würde das nur beweisen, dafs die Geschwindigkeit, mit welcher der Körper sich um die Axe bewegt, nicht gröfser, als die Cohärenz der einzelnen Theile des Körpers ist.

5.) *Diese* gröfsere Geschwindigkeit des Punktes a wird also eine Potenz der Entfernung desselben von der Bewegungs-Axe s seyn, und während der Punkt k einen Raum durchläuft, der sich wie eine Potenz der Linie k s = x verhält, durchläuft der Punkt a, indem er sich von dem Körper losreifst, einen Raum, der sich wie eine Potenz der Linie a s = 2^x verhält. Ist daher die Geschwindigkeit einer Kugel vom Halbmesser s f Fig. 3., mit welcher sie sich um ihre Axe s bewegt, der Kraft, mit welcher die einzelnen Theile einer Kugel vom Halbmesser s a zusammenhängen, gleich, so werden alle in den Entfernungen b, c, d, e, f befindlichen Körpertheile der Kugel vom Halbmesser s f durch die ihren Entfernungen entsprechenden Geschwindigkeiten aus ihrer Stelle gerückt und bewegen sich in einer gegebenen gleichen Zeit t, in welcher sich der Punkt a von a nach 1 bewegt durch Räume, die sich verhalten wie Potenzen ihrer resp. Entfernungen von der gemeinschaftlichen Bewegungs-Axe, wie 2 c^x, 3 c^x, 4 c^x, 5 c^x, 6 c^x u. s. w. Hieraus erhellt also, dafs jede kugelförmige feste Substanz, deren einzelne Theile mit einer gegebenen Kraft aneinanderhängen

(cohäriren), wenn sie mit der erforderlichen Geschwindigkeit um eine Axe bewegt wird, sich zerstreuen mufs, indem alle jene Punkte der Kugel, die durch die Axendrehung sich mit einer Geschwindigkeit bewegen müssen, die die Kraft, mit welcher die einzelnen Theile zusammenhängen, übersteigt, sich von ihr losreifsen und entfernen. Kann nun die Kraft v, mit welcher die einzelnen Massentheile der Körper zusammenhängen, wie es die Erfahrung lehrt, verschieden seyn, so ist auch eine verschiedene Geschwindigkeit erforderlich, mit welcher die verschiedenen Körper um eine Axe bewegt werden müssen, wenn der Zusammenhang (die Cohärenz) ihrer Theile aufgehoben werden soll. Aber tritt diese verschiedene Geschwindigkeit ein, so mufs jeder Körper, mit welcher Kraft v auch die einzelnen Massentheile desselben zusammenhängen mögen, sich in den Raum zerstreuen.

B. In Beziehung auf ein umgebendes (flüssiges) Mittel.

6.) Nehmen wir nun ferner eine, um eine Axe gleichförmig bewegliche Kugel an, von welcher besondern Substanz sie übrigens seyn mag, deren einzelne Theile mit einer gegebenen, durch irgend eine Gröfse bestimmbaren, Kraft aneinander- und zusammenhängen (cohäriren) und die von einer Flüssigkeit umgeben ist, so kann die Geschwindigkeit, mit welcher die Kugel um ihre Axe bewegt wird, auch wieder

a) kleiner seyn als die Kraft, mit welcher die einzelnen Massentheile der Kugel zusammenhängen, oder

b) so grofs seyn, dafs sie mit der Kraft, mit welcher die einzelnen Punkte der Kugel zusammenhängen, im Gleichgewichte steht, oder endlich

c) so grofs seyn, dafs sie die Kraft, mit welcher die einzelnen Theile der Kugel zusammenhängen, übersteigt.

Aber in allen Fällen wird, wenn die Kugel sich bewegt, diese Bewegung derselben auch der umgebenden Flüssigkeit mitgetheilt werden.

7.) Die Erscheinungen an der in einer Flüssigkeit bewegten Kugel werden im Allgemeinen die schon beschriebenen seyn, und sind hier nicht besonders zu betrachten; wir gehen daher zur Betrachtung der Erscheinungen über, die durch die bewegliche Kugel in der Flüssigkeit hervorgebracht werden können. Es sey die Kugel von dem Halbmesser s a Fig. 3., die gleichmäfsig um eine Axe s beweglich ist, von einer (tropfbaren oder elastischen) Flüssigkeit umgeben; wird die Kugel um ihre Axe bewegt, so wird die Bewegung der Kugel der umgebenden Flüssigkeit mitgetheilt. Sind b, c, d, e, f Fig. 3. einzelne Schichten der, die Kugel umgebenden und aus leicht verschiebbaren Theilen bestehenden, Flüssigkeit, so ist es begreiflich, dafs alle diese in verschiedener Entfernung von der festen beweglichen Kugel befindlichen Schichten nicht sofort die Bewegung der Kugel annehmen werden, was nur der Fall seyn könnte, wenn alle diese Schichten fest mit der Kugel zusammenhiengen, also auch selbst fest wären. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Kugel um ihre Axe bewegt wird, kann jede mögliche seyn, die Geschwindigkeit der, durch die Bewegung der Kugel der Flüssigkeit mitgetheilten

Bewegung wird aber immer mit derselben im Verhältnifs stehen, doch wird die Geschwindigkeit der, der Flüssigkeit mitgetheilten Bewegung nur unmittelbar an der bewegten Kugel am gröfsten, oder der Geschwindigkeit der Letzteren gleich seyn, in jeder Schichte der Flüssigkeit aber abnehmen, so wie die Entfernung der Schicht von der Kugel zunimmt, was sehr einfach durch einen Versuch gewiesen werden kann, wenn man eine gleichmäfsig um ihre Axe bewegliche Kugel (oder einen Cylinder oder eine Scheibe) in ein Gefäfs mit einer tropfbaren Flüssigkeit stellt und in Bewegung setzt.

8.) Man könnte wohl glauben, dafs durch die Reibung endlich einmal die Bewegung der ganzen, die Kugel umgebenden, Flüssigkeit in jeder Entfernung gleichförmig werden müfste; aber gesetzt, dafs die Schicht b der Flüssigkeit mit derselben Geschwindigkeit wie ein Punkt auf der Kugel selbst sich bewegte, der Punkt b also in der Zeit, in welcher sich der Punkt a auf der festen Kugel von a nach 1 bewegte, von b nach 2 rückte, was schon gegen alle Regeln der Mechanik wäre, indem dann der Punkt b *in der Flüssigkeit* sich schneller als der Punkt a *auf der festen Kugel* bewegen müfste, so kann noch immer der Punkt c sich langsamer bewegen, weil die zwischen den Punkten b und c liegenden Theile der Flüssigkeit nicht sofort die Geschwindigkeit der Schicht b annehmen können, sich über einander verschieben und folglich der Punkt c hinter dem Punkte b, die Punkte a, b, c anfänglich in einer geraden Linie gedacht, zurückbleiben mufs. Es sey aber doch endlich, durch die Reibung, der Schicht c dieselbe Ge-

schwindigkeit, die die Schicht b hat, mitgetheilt worden, so wird die Schicht d nicht sofort dieselbe Geschwindigkeit annehmen können, also hinter der Schicht c zurückbleiben müssen, u. s. w. Verfolgt man diese Betrachtungen weiter, so wird man finden, dafs durch die Reibung allein die von der Kugel entfernteren Schichten unmöglich die Geschwindigkeit der Kugel in der Art erlangen können, dafs der äufserste Punkt f sich in eben der Zeit wie der Punkt a auf der festen *Kugel* einmal um die Axe s bewegen sollte, was nur geschehen könnte, wenn eine feste Kugel von dem Halbmesser sf sich um die Axe bewegt. Verfolgt man daher nur die, durch die bewegte Kugel, der umgebenden Flüssigkeit mitgetheilte Bewegung von Schicht zu Schicht, so mufs man einmal an eine Schicht f der Flüssigkeit, welche Letztere hier als unbegrenzt angenommen wird, gelangen, wo die durch die Bewegung der Kugel hervorgebrachte Bewegung in der Flüssigkeit gleich Null seyn wird, wo also der Punkt f, in Beziehung auf die Bewegungs-Axe des festen Körpers s und einen aufserhalb der Wirkungssphäre desselben liegenden Punktes x, unbeweglich verharren würde. Wenn dieses aber erst angenommen werden kann, so lassen sich zwischen dem Punkte f, der sich, in Rücksicht auf die beiden Punkte s und x, in Ruhe befindet, und dem Punkte a an der Oberfläche der Kugel, der die gröfste gegebene Geschwindigkeit hat, eine unendliche Menge Punkte in der Flüssigkeit denken, deren Geschwindigkeit unter einander verschieden seyn und in irgend einem umgekehrten Verhältnisse mit ihren resp. Entfernungen von der Kugel stehen wird.

9.) Wenn die Punkte a, b, c, d, e, f Fig. 3. in einer festen Kugel liegen, so entsprechen sie den auf der Oberfläche der Kugel befindlichen Punkten a, b, c, d, e, f Fig. 4. und werden von Kräften bewegt, die den, von ihnen auf die Bewegungs-Axe ss herabgezogenen Senkrechten proportional sind (2.) Ist die Geschwindigkeit c, mit welcher die Kugel um ihre Axe bewegt wird, nicht gröſser als die Kraft, mit welcher die einzelnen Theile der Kugel cohäriren, so ist, wie wir gesehen haben, die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Punkte a, b, c u. s. w. auf der Oberfläche der Kugel, ohne ihren Zusammenhang mit derselben zu verändern, bewegen, wenn wir die Geschwindigkeit des Punktes a = c setzen, 1c, 2c, 3c u. s. w. Ist aber die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Kugel um ihre Axe bewegt, gröſser als die Kraft, mit welcher die einzelnen Theile der Kugel zusammenhängen, so ist die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Punkte a, b, c u. s. w. von der Kugel losreiſsen und von ihr entfernen, $1c^x$, $2c^x$, $3c^x$, u. s. w. Befindet sich dagegen der Punkt a Fig. 3. allein auf einer festen Kugel, die Punkte b, c, d, e, f aber, die durch keine festen Linien mit der Bewegungs-Axe zusammenhängen und denen nur durch die bewegte Kugel die Bewegung mitgetheilt wird, in einer Flüssigkeit, so können die Kräfte, von welchen die Punkte b, c, d, e, f. bewegt werden, da sie von der ursprünglichen Geschwindigkeit c des Punktes a auf der festen Kugel abhängen, mit $\frac{c}{2}$, $\frac{c}{3}$, $\frac{c}{4}$, $\frac{c}{5}$, $\frac{c}{6}$ als aliquote Theile der Geschwindigkeit c bezeichnet werden, indem die Nenner dieser Gröſsen die relative Entfernung jener Punkte von der festen Kugel ausdrücken.

Betrachtet man nun noch die Punkte b, c, d, e, f der Flüssigkeit als schon abgerissene Theile der Kugel, deren Geschwindigkeit eine Potenz ihrer bewegenden Kräfte ist, so ist die wahre Geschwindigkeit, mit welcher sich der Punkt b Fig. 3. der Flüssigkeit von b nach 2 bewegt, $= \frac{c^x}{2}$, der Punkt c $= \frac{c^x}{3}$, der Punkt d $= \frac{c^x}{4}$ u. s. w., die ursprüngliche Geschwindigkeit der Kugel um ihre Axe möge seyn, welche sie wolle.

10.) Die Geschwindigkeit, mit welcher sich ein Körper um eine Axe bewegt, kann jede mögliche, von der unendlich gröfsten bis zur unendlich kleinsten, seyn, und läfst sich nach unserem menschlichen beschränkten Vorstellungsvermögen nicht absolut bestimmen, da wir nur endliche und Verhältnisse der Geschwindigkeiten kennen. Eben so, wie ein Körper in einer Secunde Millionenmal sich um eine Axe bewegen kann, kann er auch in Millionen Jahren sich nur einmal um eine Axe bewegen, immer wird sich aber bei Berücksichtigung der (physischen) Beschaffenheit der Substanz, aus welcher der bewegte Körper besteht, einer der zuerst betrachteten Fälle, bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Mittels, in welchem sich der Körper bewegt, aber einer der zuletzt betrachteten Fälle ergeben. Da aber in der Natur kein Körper als in einem leeren Raume befindlich angesehen werden kann, sondern immer sich in irgend einer (elastischen oder tropfbaren) Flüssigkeit bewegt, so sind hauptsächlich die letzten Fälle als Gegenstände, mit welchen sich die Naturforschung zu beschäftigen hat, zu betrachten.

11.) Die Geschwindigkeit, mit welcher sich ein Körper um eine Axe bewegt, haben wir bei den obigen

Betrachtungen als gleichmäſsig angenommen; sie kann aber auch eine (gleich- oder ungleichmäſsig) beschleunigte oder verzögerte seyn. Wird die Geschwindigkeit, mit welcher sich eine Kugel um ihre Axe bewegt, gleichmäſsig beschleunigt, so geschieht dieses, bis sie irgend ein Maximum, so groſs dieses seyn mag, erreicht, und während dieser Beschleunigung der Geschwindigkeit reiſsen sich immer mehr Theile von der Kugel ab. Erst die in der Entfernung f e, dann die in der Entfernung e d, dann die in der Entfernung d c befindlichen u. s. w.; sie wird hier, wenn die bewegende Ursache aufhört, stationär, und geht endlich in eine verzögerte über, wo alsdann die Geschwindigkeit allmälig abnimmt.

12.) Wird die Geschwindigkeit, mit welcher sich eine von irgend einer Flüssigkeit umgebene Kugel um die Axe bewegt, beschleunigt, so wird auch der umgebenden Flüssigkeit diese beschleunigte Bewegung mitgetheilt (m. s. u. 14.). Die Flüssigkeit wird aber nicht allein die gröſsere Geschwindigkeit der Kugel, sondern auch in einer gröſsern Entfernung von der Kugel die Bewegung überhaupt mitgetheilt erhalten, d. h. die Wirkungssphäre der Kugel wird erweitert. Hat die Beschleunigung der Geschwindigkeit, mit welcher die Kugel um eine Axe bewegt wird, eine Grenze erreicht, und wird die letztere stationär, so wird auch die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Schichten der Flüssigkeit bewegen, stationär, und die Erweiterung der Wirkungssphäre der Kugel hat ebenfalls ihre Grenze erreicht.

13.) Verzögert sich endlich die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Kugel um eine Axe eine gege-

bene Zeit bewegt hat, so kann dieses schneller oder langsamer geschehen (die Bewegung der Kugel um die Axe kann selbst plötzlich aufhören); die durch die Bewegung der Kugel in Bewegung gesetzte Flüssigkeit wird aber, da sie, aus leicht über einander verschiebbaren Theilen bestehend, ihren Zustand der Ruhe oder Bewegung nicht sofort verändern kann, (7. 8.), vermöge dieser ihrer Beharrlichkeit noch lange mit der mitgetheilt erhaltenen Geschwindigkeit um die ursprünglich bewegende Kugel, im Verhältnifs der Entfernung von dieser, bewegen; eben so alle in der Flüssigkeit befindlichen, von dem festen Körper bei der schnellen Bewegung um die Axe abgerissenen, Bruchstücke desselben.

14.) Die verschiedene, von einer um eine Axe bewegten Kugel hervorgebrachte, Beschleunigung der Geschwindigkeit einer Flüssigkeit, von welcher eine bewegliche und bewegende Kugel umgeben ist, mit welcher sie sich um diese bewegt, kann betrachtet werden, als wäre sie ihr von der mit verschiedener Geschwindigkeit um die Axe bewegten Kugel von gegebenem Durchmesser, oder von einer mit gegebener Geschwindigkeit um die Axe bewegten Kugel von verschiedenem Durchmesser mitgetheilt worden. Bewegt sich die Kugel von dem Halbmesser s a Fig. 3. in einer gegebenen Zeit t um ihre Axe, so ist die Geschwindigkeit der umgebenden Flüssigkeit der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Kugel um ihre Axe bewegt, entsprechend. Bewegt sich die Kugel von demselben Durchmesser in der Zeit $\frac{t}{2}$ um ihre Axe, so ist ihre Geschwindigkeit noch einmal so grofs, folglich auch die

der umgebenden Flüssigkeit. Erfolgt eine Umdrehung der Kugel in $\frac{t}{3}$ Zeit, so ist die Geschwindigkeit derselben dreimal so grofs, folglich auch die der umgebenden Flüssigkeit u. s. w. Bewegt sich ferner die Kugel von dem Halbmesser s a Fig. 3. in einer gegebenen Zeit t um ihre Axe, so ist die Geschwindigkeit der umgebenden Flüssigkeit der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Kugel um ihre Axe bewegt, ebenfalls entsprechend. Bewegt sich dagegen eine Kugel von dem Halbmesser s b = 2 s a in derselben Zeit t um die Axe, so bewegt sich der Punkt a Fig. 2. an der Oberfläche derselben durch einen doppelt so grofsen Raum in einer gleichen Zeit, als der Punkt k an der Oberfläche der Kugel von dem Halbmesser s a, folglich wird auch der umgebenden Flüssigkeit eine doppelt so grofse Geschwindigkeit mitgetheilt. Bewegt sich eine Kugel von dem Halbmesser s c = 3 s a in der gegebenen Zeit t um ihre Axe, so bewegt sich der Punkt a an der Oberfläche derselben durch einen dreimal so grofsen Raum, folglich wird auch die Geschwindigkeit der umgebenden Flüssigkeit dreimal so grofs seyn u. s. w. Es ist also einerlei, ob der Halbmesser des bewegten und bewegenden Körpers, oder die Geschwindigkeit, mit welcher er sich um eine Axe bewegt, vergröfsert wird. Es sey C, c, die Geschwindigkeit zweier Kugeln, mit welcher sie um ihre Axen sich bewegen, R, r, der Halbmesser derselben und G, g die mitgetheilten Geschwindigkeiten der umgebenden Flüssigkeiten, so ist G : g (in einer durch die Halbmesser selbst zu bestimmenden Entfernung von den resp. Kugeln) = C R : c r.

15.) Bei aller dieser, durch die Bewegung einer festen Kugel um eine Axe der umgebenden Flüssigkeit mitgetheilten, Bewegung ist es ganz gleichgültig, von welcher Beschaffenheit die Substanz der Kugel sey: sie kann von Holz, von Thon, von Stein, von Metall u. s. w. seyn. Von welcher Substanz eine Kugel von dem gegebenen Halbmesser s a Fig. 3. auch seyn mag, wird sie nur um eine Axe mit einer gegebenen gleichen Geschwindigkeit bewegt, so wird diese auch immer der umgebenden Flüssigkeit in jeder Schicht dieselbe gleiche Geschwindigkeit mittheilen. Es kann sogar die Kugel von dem Halbmesser s a von irgend einer Substanz ganz hohl seyn, und doch wird sie, in einer umgebenden Flüssigkeit bewegt, dieselben Erscheinungen hervorbringen, wie eine dichte Kugel. Daraus geht dann hervor, dafs die Masse (die Quantität der körperlichen Theile) in einer bewegten Kugel, die ihre Bewegung einer umgebenden Flüssigkeit mittheilt, bei Betrachtung der Geschwindigkeit der mitgetheilten Bewegung gar nicht in Betracht kömmt, sondern nur, wie wir eben gesehen haben, die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Kugel um ihre Axe bewegt, und der Halbmesser oder die Gröfse der Kugel, sie mag übrigens hohl oder dicht, oder von irgend welcher Substanz seyn.

16.) Diese metaphysisch-theoretischen Grundsätze über die Bewegung eines Körpers um eine Axe, und über die von ihm seiner flüssigen Umgebung mitgetheilten Bewegung, die auch Grundsätze a priori genannt werden können, lassen sich noch über jeden besondern Fall sehr ins Einzelne verfolgen und sehr viel umständlicher auseinandersetzen, was aber hier

der Zweck nicht ist. Wir beschränken uns, in allgemeinen Umrissen die metaphysische und physische Theorie der Erscheinungen nachgewiesen zu haben, und wollen jetzt untersuchen, was uns die Erfahrung darüber lehrt. An unserm Experimentirtisch können wir indessen hierüber wenig Belehrung zu finden erwarten, da es uns an Kraft gebricht, entweder diejenige Geschwindigkeit hervorzubringen, bei welcher ein bewegter Körper von nicht beträchtlichem Durchmesser, von welcher Substanz er übrigens sey, sich zerstreuen mufs, indem sich einzelne Theile von ihm abreifsen, oder hinlänglich grofse Körper bei unsern Experimenten anzuwenden, wo eben dasselhe bei kleinerer Geschwindigkeit erfolgen müfste (14.).

17.) Doch lassen sich auch aus unserm Erfahrungskreise Erscheinungen anführen, die darauf hinzudeuten scheinen, dafs die Körper, wenn sie mit einer Geschwindigkeit um ihre Axe bewegt werden, die den Zusammenhang ihrer Theile übersteigt, diesen Zusammenhang verlieren. Gewöhnlicher Töpferthon, von der Consistenz, wie er von den Töpfern verarbeitet wird, in Kugelform auf der Töpferscheibe mit der möglichsten Geschwindigkeit um eine Axe bewegt, dehnt sich erst nach allen Seiten aus, indem er aus der Kugelform in eine scheibenförmige übergeht, endlich reifsen sich aber einzelne Stücke von demselben los, und fliegen in senkrecht auf die Bewegungs-Axe gehenden Richtungen davon. Der Flügel einer Windmühle, der oft, so lange die Mühle nicht im Gange ist, dem heftigsten Sturme, wenn er nicht zum Orkan übergeht, widersteht, bricht dagegen, wenn die Mühle im Gange ist, bei einem Winde

von mäfsiger Geschwindigkeit, weil er sich um die Axe mit einer Geschwindigkeit bewegt, die den Zusammenhang der Theile (der Holzfasern) übersteigt. Ein an einem Faden hängender und im Kreise geschwungener Körper zerreifst endlich den Faden, wenn die Geschwindigkeit, mit welcher er im Kreise geschwungen wird, gröfser ist, als der Zusammenhang der Theile des Fadens. Der Strafsenkoth, der von den Rädern eines langsam sich bewegenden Fuhrwagens ruhig nach der Richtung der Schwere fällt, fliegt von den Rädern eines rasch fortrollenden Cabriolets durch die mitgetheilte Geschwindigkeit nach jeder, auf die Achse senkrecht gehenden, Richtung.

Anwendung dieser theoretischen Grundsätze auf die Bewegung der Weltkörper.

18.) Erheben wir uns aber von diesen theoretischen Betrachtungen und aus unserm täglichen Erfahrungskreise in eine höhere Sphäre, so bietet uns die Natur selber ein weites Feld zum Studium der freien Bewegung um eine Axe dar, im unendlichen Weltall, in der Bewegung der Weltkörper um ihre Axen. Können wir uns auch nicht bis zu dem allmächtigen Urquell aller dieser Bewegungen, der für uns Erdenbewohner für immer hinter einem undurchdringlichen Schleier verborgen, und daher nur ein Gegenstand des Glaubens und der höchsten Verehrung seyn wird, erheben; übersehen wir auch nur höchst dürftig einen unbedeutenden Theil der uner-

meſslichen Schöpfung des höchsten allmächtigen Wesens, so finden wir doch in dem von uns übersehbaren Theil der Schöpfung alle Materialien, die es uns gestatten, nicht allein den erhaben einfachen Mechanismus der Weltkörper-Bewegung, sondern vielleicht sogar die ursprüngliche Weltenschöpfung anschaulich uns vorzustellen.

19.) Die Weltkörper insgesammt sind Körper, die frei um eigene Axen in einem, für uns Erdenbewohner undenkbar, flüssigen Mittel sich bewegen, die sich bekanntlich mit einer verschiedenen Geschwindigkeit um ihre Axen drehen, deren einzelne Massentheile mit einer, für jeden Körper besonderen (specifischen), gegebenen Kraft zusammenhängen, und die ihre Bewegung der umgebenden Flüssigkeit, so wie den sie umgebenden Körpern mittheilen. Alle, oben in allgemeinen Umrissen dargestellten, Bewegungen von der verschiedensten Geschwindigkeit müssen im unendlichen Weltall vorhanden seyn, obgleich nicht alle in jedem abgesonderten Körpersysteme zu gleicher Zeit. Während noch in entfernten Sonnensystemen sich die Centralkörper um ihre Axen mit der ursprünglichen Geschwindigkeit und zugleich mit der sie umgebenden Flüssigkeit bewegen, oder die Geschwindigkeit noch immer beschleunigt wird, hat diese Geschwindigkeit der Centralkörper in unserm Sonnensysteme schon bedeutend abgenommen, und nur die sie umgebende Flüssigkeit bewegt sich noch mit der ursprünglichen (?) Geschwindigkeit. Gleichfalls kann es noch Weltkörpersysteme geben, deren einzelne Körper sich kaum noch um ihre Axen bewegen. In jedem einzelnen Körpersysteme ist nur

einer der oben entworfenen Fälle gegeben, so auch in unserm Sonnensysteme. Da nun unser Sonnensystem derjenige Theil des unermefslichen Weltalls ist, den wir etwas näher, obgleich auch noch unvollkommen, kennen, so müssen wir uns zuvörderst zufrieden geben, wenn es uns gelingt, die oben (7.—15.) dargestellten theoretischen Sätze in diesem unsern Wohnplatze, dem Sonnensysteme, nachzuweisen. Später wird sich dann schon ergeben, wie sie in der ganzen sichtbaren Schöpfung sich nachweisen lassen. Doch treten uns im unendlichen Weltall, also auch in unserm Sonnensysteme, noch zwei Kräfte entgegen, deren Ursprung uns unerforschlich ist, die für uns daher wahre qualitates occultae sind, deren Thätigkeit wir nur aus einigen Erscheinungen vermuthen, und deren Wirksamkeit wir bei unsern Versuchen niemals genau in Anwendung bringen können. Es sind dieses eine ursprünglich ausdehnende und eine ursprünglich anziehende Kraft, die, in Verbindung mit den oben entworfenen Rotationsgrundsätzen, noch vorläufig betrachtet werden müssen.

Metaphysische Construction des Raumes, der Zeit und der Materie.

20.) Eine radialiter (von einem Mittelpunkte nach allen Richtungen strahlig divergirend) ausdehnende, eine radialiter (von allen Richtungen nach einem Mittelpunkte strahlig convergirend) anziehende Kraft, welche beide Kräfte in geraden, einander entgegen-

gesetzten, Richtungen wirken, und die ursprüngliche Rotation sind die einfachen Mittel, durch welche das höchste Wesen Raum, Zeit und Materie ins Daseyn gerufen hat. Ein Raum an und für sich, und ein leerer Raum ist nämlich nirgend und niemals vorhanden, und an sich gar nichts Reelles. Der Raum ist nur durch die ausdehnende Kraft entstanden, und zugleich auch mit materieller Substanz angefüllt. Sobald die durch die ausdehnende Kraft entstandene materielle Substanz zu seyn aufhört, ist auch sofort der Raum nicht vorhanden. Der Raum ist nur vorhanden, insofern materielle Substanz vorhanden ist; ist also an und für sich nichts. Ein leerer Raum kann zwar gedacht werden, aber deswegen hat er gar keine Realität, und ist ein blofses Gedankending. Im Ernst einen leeren Raum behaupten zu wollen, nennen wir ihn vacuum mundanum oder extramundanum, disseminatum oder coacervatum, oder wie man sonst wolle, wäre nicht besser, als wenn man behaupten wollte, es sey etwas, was nicht ist; z. B. ein Schatten, also ein offenbarer Widerspruch; er ist zwar da und vermittelst der Sinne wahrnehmbar, hat aber gar keine Realität. Die ausdehnende Kraft, so wie der durch die Wirkung derselben entstandene mit materieller Substanz angefüllte Raum, sind ferner zwar für unser menschliches Anschauungsvermögen, aber nicht absolut unendlich. Wären sie das, wären sie räumlich und zeitlich absolut unendlich, so könnten sie sich auch weder räumlich noch zeitlich verändern, sondern müfsten absolut unveränderlich seyn. Aber sowohl die ausdehnende Kraft, als auch der durch die Wirkung derselben entstehende

materielle Raum, erreichen ein für uns, die wir selber räumliche und zeitliche Wesen sind, und daher alles Seyende nur unter diesen (Sinnes-) Kategorien betrachten können, nicht übersehbares Maximum. Nach Erreichung desselben nimmt die Itensität der ausdehnenden Kraft, und somit auch der Umfang des, durch die Wirkung desselben entstandenen, Raumes ab; der letzte strebt, in sich selbst zusammenzufallen, aufzuhören Raum zu seyn. Dieses Streben des Raumes, nach dem Aufhören der raumerweiternden Wirksamkeit der ausdehnenden Kraft, sich allmälig zu verengen und in den Punkt, von welchem ursprünglich die ausdehnende Kraft ausgegangen ist, zurückzukehren, also das Streben des Raumes, Raum zu seyn aufzuhören, ist diejenige Erscheinung im Weltall, die wir Schwere, anziehende Kraft, nennen. Die Schwere ist daher auch keine positiv wirkende Kraft, sondern zeigt nur die Abwesenheit (die Relaxation, das Nachlassen, die consumirte Wirksamkeit) der ausdehnenden Kraft an, so wie die Finsternifs die Abwesenheit des Lichtes, und die Kälte die Abwesenheit der Wärme anzeigt. Die Schwere mufs also als eine negative ausdehnende Kraft betrachtet werden, so wie die Finsternifs als negatives Licht, und die Kälte als negative Wärme zu betrachten ist.

21.) Die ursprüngliche (positive) ausdehnende Kraft ist unermefslich und unendlich, insofern als an und für sich ihre Wirksamkeit gar keine Zeit erfordert, und der durch ihre Wirkung entstehende Raum mit einem Schlage ins Daseyn gerufen ist, und also auch mit einem Schlage sein Maximum erreicht. Nach dem Aufhören der raumerweiternden Wirkung der

positiven ausdehnenden Kraft, hebt die Wirksamkeit (der ebenfalls insofern unermeſslichen und unendlichen negativen ausdehnenden Kraft) der Schwere an, als der ganze, durch die Wirkung der positiv ausdehnenden Kraft entstandene materielle, d. h. mit materieller Substanz erfüllte, Raum mit einem Schlage in einen Punkt zusammenfällt, also mit einem Schlage sein Minimum erreicht. Wirkte daher in der Körperwelt nur die positiv ausdehnende Kraft allein, bis ihre Wirkung, der Raum, ein Maximum erreichte, und hörte ihre Wirksamkeit dann mit dem Beginnen der Wirksamkeit der Schwere auf, so würde abwechselnd erst ein Raum ohne Körper, und dann ein Punkt ohne Körper, und beides auſser aller Zeit vorhanden seyn.

22.) Damit der, durch die Wirksamkeit der ausdehnenden Kraft entstehende, Raum Dauer erhalte, erhält er, indem er entsteht, zugleich durch die ursprüngliche Rotation eines höchsten Centralkörpers eine Bewegung nach der Richtung dieser Rotation mitgetheilt, wodurch die an und für sich unermeſsliche ausdehnende Kraft dergestalt beschränkt wird, daſs die ursprüngliche, strahlig von einem Mittelpunkte nach jeder Richtung in geraden Linien raumerweiternde, Wirksamkeit derselben dahin abgeändert ist, daſs jeder einzelne Raumpunkt sich nicht in geraden Linien von dem zurückstoſsenden Centralkörper entfernen kann, sondern in krummen Linien um denselben sich bewegen muſs. Entfernt sich auch endlich jeder einzelne Raumpunkt, in krummen Linien bewegend, von dem zurückstoſsenden Centralkörper bis zu einer, der Intensität der ausdehnenden Kraft

entsprechenden, Entfernung, so geschieht dieses doch nur, indem sich die krummen Linien allmälig erweitern (in Spiraloiden). Dadurch ist die Dauer des Raumes begründet, und dadurch ist die Zeit, die an sich nichts Reales ist, in die entstandene und fortdauernde Welt gekommen.

23.) Nachdem die Wirkung der ausdehnenden Kraft, der Raum, ihr Maximum erreicht hat, so wird sie zugleich mit der Wirkung der rotirenden Bewegung stationär, d. h. der entstandene Raum vergröfsert seinen Umfang nicht weiter, verharrt in der erreichten Umgrenzung, und alle einzelnen Raumpunkte bewegen sich um den Centralkörper nicht mehr in allmälig sich erweiternden, sondern in, in sich selbst zurücklaufenden, krummen Linien. So wie die Wirksamkeit der raumerweiternden ausdehnenden Kraft aufhört (nachläfst), tritt sofort die Wirksamkeit (der negativen ausdehnenden Kraft) der Schwere auf, und strebt, jeden einzelnen Raumpunkt nach dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte, von dem die ursprünglich positive ausdehnende Kraft ausgegangen ist, zurückzuführen. Damit dieses nun nicht mit einem Schlage geschehe, wirkt ebenfalls die, durch die Rotation des allgemeinen Centralkörpers dem ganzen Raume nach derselben Richtung mitgetheilte, Bewegung der strahlig von allen Richtungen nach einem (Mittel-) Punkte wirkenden negativen Kraft der Schwere dergestalt entgegen, dafs zwar alle einzelnen Raumpunkte sich allmälig dem Centralkörper nähern, aber so, dafs sie sich um diesen in zusammenlaufenden krummen Linien (Spiraloiden) bewegen müssen. Durch eine ursprüngliche Rotation ist also sowohl im Werden, als auch im

Vergehen des Raumes Dauer entstanden, und beides mufs in einer bestimmbaren gegebenen Zeit geschehen.

24.) Der Raum mit der in demselben enthaltenen materiellen Substanz ist demnach nur die Wirkung einer ursprünglichen ausdehnenden (schaffenden) Kraft, und ohne diese schaffende Kraft wäre keine materielle Substanz, kein Raum und Nichts vorhanden.

Die Zeit ist nur vorhanden, insofern durch die rotirende Bewegung sowohl die Wirksamkeit der positiven, als auch die der negativen ausdehnenden Kraft nicht in ihrer Intensität, aber wohl in ihrer Geschwindigkeit beschränkt wird, wodurch alsowohl der werdende, als auch der vergehende Raum Dauer erhält.

Die Materie endlich, insofern sie sich als Körper von bestimmter Gestalt darstellt, ist nur möglich geworden, indem überhaupt durch die ausdehnende Kraft ein chaotischer materieller Raum entstanden ist, der durch die rotirende Bewegung Dauer erhalten hat, in welchem sich alsdann, durch die Wirkung der Schwere (oder negativen anziehenden Kraft), aus der chaotischen materiellen Substanz feste (starre, übrigens aber bewegliche und wirklich sich bewegende) Körper gebildet haben.

Zur Construction der Idee des Raumes ist daher nur die eine positiv ausdehnende Kraft erforderlich.

Zur Construction der Idee der Zeit ist entweder die positive oder die negative ausdehnende Kraft, und zugleich mit einer derselben die ursprüngliche rotirende Bewegung, also zwei Kräfte erforderlich,

weil nur durch die letzte der werdende, so wie der vergehende Raum Dauer erhält.

Zur Construction der Idee der körperlichen Materie ist die positive ausdehnende Kraft, als Ursache der materiellen, einen Raum ausfüllenden Substanz überhaupt, die rotirende Bewegung, als der entstandenen materiellen Substanz Dauer gebend, und endlich auch die negative ausdehnende Kraft (die Schwere), als erst die Bildung fester Materie möglich machend, also drei Kräfte erforderlich.

25.) Wenn wir oben (20.) die Schwere, als das Bestreben des (entstandenen) Raumes, in sich selbst zusammenzufallen, Raum zu seyn aufzuhören, bezeichnet haben, so mufs und kann dieses Bestreben nur eine gegebene bestimmte Richtung haben. Es sey Fig. 5. ein Raum, dessen Grenzen für unsere Wahrnehmung vermittelst der Sinne, so wie für unser Anschauungsvermögen unerreichbar sind. Alle in dergleichen Entfernung von dem Mittelpunkte dieses Raumes befindlichen Punkte a b c d a′ b′ c′ d′ müssen ein gleiches Bestreben haben, dem Mittelpunkte des Raumes sich zu nähern, denn es ist gar kein Grund vorhanden, der uns veranlassen könnte, anzunehmen, dafs dieses Bestreben ungleich seyn könne. Dieses Bestreben jedes einzelnen Punktes, in den Mittelpunkt zu fallen, kann aber auch nur in einer gegebenen Richtung, die von jedem Punkte nach dem Mittelpunkte des Raumes geht, znr Erscheinung kommen, d. h. jeder einzelne Punkt, z. B. der Punkt a kann nur in den geraden, zwischen dem Punkte a und s liegenden, Linien dem Mittelpunkte sich nähern. Denn da wir die Schwere als das Bestreben des

Raumes, in sich selbst in einen (den Mittel-) Punkt zusammenzufallen, angenommen haben, so ist kein Grund abzusehen, warum dieses Fallen in andern, als in geraden Linien vor sich gehen sollte.

26.) Wird der ganze Raum durch die Wirkung der mitgetheilten Fliehkraft um die Rotationsaxe s bewegt, so wird jedem in derselben Entfernung von der Rotationsaxe (und in einer gleichen Ebene, Breite, wovon später) befindlichen Punkte dieselbe Fliehkraft mitgetheilt, und vermöge dieser mitgetheilten Fliehkraft bewegen sich alle Punkte a b c d a′ b′ c′ d′ so gleichmäfsig, dafs ihre relativen Entfernungen gegen einander sich niemals verändern. Denn da die auf die Punkte wirkenden Fliehkräfte gleich sind, so ist gar kein Grund vorhanden, wefswegen sie ihre relativen Entfernungen gegen einander ändern sollten. Nach der Richtung der Schwere müssen daher alle Punkte eines Raumes in geraden, nach dem Mittelpunkte des Raumes gehenden, Linien und nach den Richtungen der Schwere und Fliehkraft zugleich sich so bewegen, dafs ihre relativen gegenseitigen Entfernungen immer gleich bleiben.

27.) Gesetzt aber, man wollte annehmen, wie es auch allgemein angenommen wird, es wären in einem Raume noch irgend welche anziehende Kräfte vorhanden, deren Wirkung nicht so, wie wir die Wirkung der Schwere bestimmt haben, von jedem Punkte des Raumes nur in einer Richtung nach dem Mittelpunkte desselben, sondern von jedem Punkte des Raumes nach jeder Richtung gehend, zu betrachten wäre, so müfste die Sache noch näher untersucht werden. Es wirke nämlich der Punkt a″ Fig. 5., der nach

unserer Meinung nur nach der Richtung a″ s von der Schwere bewegt wird, durch irgend welche anziehende Kräfte nach jeder Richtung, d. h. er rufe ein Bestreben in allen ihn umgebenden Punkten des Raumes hervor, gegen ihn zu fallen, so werden sich alle Punkte a b c d a′ b′ c′ d′ und auch s gegen ihn bewegen müssen. Da nun aber nicht der Punkt a″ allein mit eigenthümlichen anziehenden Kräften begabt seyn soll, sondern auch jeder andere Punkt im Raume, so wird auch jeder andere Punkt auf den Punkt a″ anziehend wirken, d. h. jeder Punkt des Raumes wird in dem Punkte a″ das Bestreben hervorrufen, gegen jeden einzelnen zu fallen. Ist der Raum, wie wir hier angenommen haben (**20.**), nicht absolut unendlich, sondern nur unerreichbar unendlich (**32.**), (was übrigens auch für unser beschränktes Anschauungsvermögen = unendlich ist) und durchaus mit Punkten, die mit anziehenden Kräften begabt sind, erfüllt, und sind die anziehenden Kräfte aller Punkte des Raumes gleich (wir haben auch gar keinen Grund anzunehmen, dafs sie ungleich wären), so mufs der Punkt a″ von unerreichbar endlichen = unendlichen Kräften aus jeder Richtung angezogen, und von diesen unendlichen anziehenden Kräften dergestalt im Gleichgewichte erhalten werden, dafs er niemals seinen resp. Ort im Raume verändern könnte, d. h. der Punkt a″ müfste gar keine andere Bewegung haben, als die des ganzen Raumes. Ein Punkt a″ in einer festen starren Kugel, der keine andere Bewegung als die der Kugel haben kann, kann daher wohl betrachtet werden, als wenn er in seinem resp. Ort in der Kugel durch die gegenseitige Wirkung anziehender

Kräfte verharre, obgleich auch dieses noch bewiesen werden müfste, und eine andere einfachere Erklärung zuläfst.

Ein in einem, mit tropfbar- oder elastisch-flüssiger Substanz angefüllten, Raume befindlicher Punkt a″, der zugleich mit dem ganzen Raume durch die mitgetheilte Fliehkraft Bewegung erhält, aber so, dafs die Geschwindigkeit dieser Bewegung in genauem Verhältnisse mit der Entfernung steht (8.), kann weder durch anziehende Kräfte auf andere wirken, noch auch andere auf ihn, denn sonst müfste er ebenfalls unbeweglich in seinem Orte verharren. Das streitet aber gegen alle Erfahrung. Denn ein in einem solchen Raume befindlicher Punkt a″ verändert seinen relativen Ort, den er in der geraden Linie a a″ s im Raume einnimmt, stetig so, dafs er in einer bestimmten gegebenen Zeit sich merklich von der geraden, zwischen a und s gezogenen, Linie nach der Richtung der Bewegung des ganzen Raumes entfernt hat. Es sind folglich keine gegenseitigen anziehenden Kräfte möglich, da die Annahme derselben gegen die metaphysischen (Denk- und Erkenntnifs-) Gesetze, so wie gegen die Erfahrung streiten.

Fortsetzung der Anwendung der theoretischen Grundsätze auf die Bewegung der Weltkörper.

28.) Nach dieser Abschweifung in das Gebiet der Metaphysik, um den Grundtypus, den ersten Ueberblick der Bewegungen aller Systeme, darzustellen,

kehren wir zu unserm Gegenstande zurück, und wollen die Bewegungen im Sonnensysteme betrachten, die eben auch nach jenem allgemeinen Typus entstanden sind und fortdauern. Einst, als noch die ausdehnende Kraft aller Centralkörper die höchste Intensität besafs, bewegte sich die Sonne, der Centralkörper unsers Sonnensystems, die wir in Beziehung auf uns Bewohner des Sonnensystems als die ursprüngliche Ursache alles substanziellen Seyns in diesem betrachten können, mit einer bedeutend gröfseren Geschwindigkeit, als gegenwärtig, um ihre Axe. Diese Geschwindigkeit, mit welcher sie sich um eine Axe bewegte, war um vieles gröfser als die Kraft, mit welcher ihre einzelnen Massentheile zusammenhingen (cohärirten); es rissen sich daher durch die gemeinschaftliche Wirkung der ursprünglichen ausdehnenden Kraft und der rotirenden Bewegung einzelne Theile von derselben los, und entfernten sich von ihr, ihre mitgetheilte Bewegung, sowohl nach der Richtung der ausdehnenden Kraft als auch der rotirenden Bewegung, behaltend, und mit derselben um den Körper, dem sie ihren Ursprung verdankten, sich bewegend. Bei immer beschleunigterer Geschwindigkeit, mit welcher sich der Centralkörper, die Sonne, um ihre Axe bewegte, entfernten sich die abgerissenen Bruchstücke immer mehr und mehr von derselben, und machten andern, ebenfalls abgerissenen, Theilen Raum zur freien Bewegung, bis die Geschwindigkeit, mit welcher der Centralkörper, die Sonne, sich um die Axe bewegte, so wie die Wirkung der ausdehnenden Kraft ein Maximum erreicht hatten, der Centralkörper sich aber auch bis auf einen Punkt in

Bruchstücken in einen gröſsern Raum zerstreut hatte, wo alsdann auch keine bewegende Wirkung mehr von ihm, als von einem bloſsen Punkte, ausgehen konnte, folglich alle durch ihn hervorgebrachten Bewegungen stationär wurden, und ein, der Endgeschwindigkeit des Centralkörpers und seiner Gröſse (seinem Durchmesser) entsprechender, Raum mit von ihm abgerissenen Bruchstücken angefüllt war.

29.) Die von der Sonne abgerissenen Bruchstücke erhielten durch die Kräfte, die sie von dem Hauptkörper trennten, nicht allein die Bewegung, die sie in krummen Linien fortführte, sondern auch eine Bewegung um eine eigene Axe mitgetheilt; vermöge dieser letzteren zerstreueten sie sich auch wieder, unter Mitwirkung der, auch auf sie übergegangenen, ursprünglichen ausdehnenden Kraft, in kleinere Bruchstücke, die sich ebenfalls um ihren resp. Centralkörper und um eigene Axen bewegten. Diese Zerstreuung der Materie in einen unermeſslichen Raum ist, sowohl in der niedersteigenden als aufsteigenden Ordnung, für unser endliches Anschauungsvermögen unendlich, und die Sonne selbst, der Centralkörper unseres Sonnensystems, ist nur als ein Bruchstück eines Körpers höherer Ordnung anzusehen.

30.) Wie weit diese Zerstreuung der Materie und hiemit auch die Vergröſserung des Raumes gegangen seyn mag, bleibt für uns Erdenbewohner vorläufig hauptsächlich deſswegen ein Geheimniſs, weil unsere Begriffe über die mögliche Dichtigkeit der Materie sehr beschränkt und in sehr enge Grenzen eingeschlossen sind; da wir z. B. uns gar keinen Begriff von einem absolut dichten Körper machen können. Doch ist nichts

gewisser, als dafs alle festen materiellen Körper durch die Wirkung der ausdehnenden Kraft und der mitgetheilten Rotation in jene höchst dünne Substanz, die das ganze Weltall ausfüllt und in welcher sich alle Weltkörper gegenwärtig noch bewegen, durch jene ursprüngliche Zerstreuung übergegangen sind. Einmal wurde aber endlich die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Sonne, der Centralkörper des Sonnensystems, um ihre Axe bewegte, die Wirksamkeit der ausdehnenden Kraft, vermöge welcher die abgerissenen Bruchstücke sich geradlinicht von der Sonne zu entfernen strebten, so wie die Geschwindigkeit aller, von der Sonne abgerissenen, Centralkörper untergeordneter Systeme (im Sonnensysteme der Planeten) stationär, d. h. alle durch diese Kräfte hervorgebrachten Geschwindigkeiten hatten ein Maximum erreicht, weil der feste Körper der Sonne, so wie aller von ihm abgerissenen Bruchstücke, bei beschleunigter Geschwindigkeit der Rotations-Bewegung, sich so lange in einen gröfsern Raum zerstreut hatten, bis kein Körper mehr vorhanden war; die von einem Körper ausgehende ausdehnende Kraft, die alle abgerissenen Theile von dem resp. Centralkörper fortschleuderte, und die rotirende Bewegung, die, auf alle abgerissenen Theile übergehend, sie zugleich um eigene Axen bewegte, hörte auf wirksam zu seyn; — es trat eine Zeit relativer Ruhe ein, in welcher alle abgerissenen Bruchstücke nicht mehr um ihren resp. Centralkörper, denn der war nicht mehr vorhanden, aber wohl um den Ort desselben, den Centralpunkt, mit der mitgetheilt erhaltenen Geschwindigkeit sich bewegten, aber in Bahnen, in welchen ihre relativen

Entfernungen von dem Centralpunkt sich nicht mehr veränderten, weil schon keine ausdehnende Kraft auf sie wirkte.

31.) Nach diesem Zustande relativer Ruhe, in welchem (vielleicht) alle speciellen Rotationssphären in eine einzige allgemeine und alle umfassende sich auflösten, begann eine neue Periode, in welcher die Geschwindigkeit aller abgerissenen und zerstreuten Bruchstücke der Systeme aller Ordnungen, so grofs oder so klein sie seyn mochten, mit welcher sie sich um eigene Axen bewegten, allmälig sich verzögerte, und zugleich jeder einzelne materielle Raumpunkt gegen seinen resp. Centralpunkt zurückzufallen strebte. Es entstand jene Erscheinung, die wir als durch die Wirkung der Schwere einer negativen anziehenden Kraft hervorgebracht, nach Newtons Lehre, kennen gelernt haben. Obgleich aber die resp. Centralpunkte aller Ordnungen, als blofse Punkte, zu wirken aufhörten, sich im Zustande relativer Ruhe befanden, und von einer Geschwindigkeit, mit welcher sie sich um ihre Axen bewegten, in Beziehung auf die Mittheilung dieser Geschwindigkeit, nicht mehr die Rede seyn konnte, so bewegte sich doch das flüssige Mittel, das durch die rotirend-expansive Bewegung entstanden war und dem sie die Bewegung mitgetheilt hatte, da es, aus leicht übereinander verschiebbaren Theilen bestehend, nicht sofort in den Zustand der Ruhe übergehen konnte, mit der ursprünglichen mitgetheilt erhaltenen Geschwindigkeit um die resp. Centralpunkte, und rifs auch alle in ihm vorhandenen kleineren Bruchstücke mit sich fort, so dafs diese, nicht allein der zu wirkenden anhebenden Schwere, sondern auch der ur-

sprünglich mitgetheilten Tangential-Bewegung folgend, sich ebenfalls um den resp. Centralpunkt bewegen müssen. In dieser Periode befindet sich gegenwärtig das Sonnensystem mit allen ihm untergeordneten Planetensystemen, und wahrscheinlich auch wenigstens mit dem nächsten Systeme höherer Ordnung, von dem es nur ein einzelnes untergeordnetes System ist.

32.) In der ersten Periode der höchsten und immerfort beschleunigten, durch die ursprüngliche ausdehnende *Kraft* und *durch die rotirende* Bewegung des Centralkörpers hervorgebrachten Zerstreuung der materiellen Körper war der ganze, den letzteren oder vielmehr den Ort desselben umgebende, durch jene Kräfte entstandene und bestehende Raum insofern ein körperloses Chaos, als auch jedes von dem Centralkörper abgerissene Bruchstück mit beschleunigter Geschwindigkeit sich um eine eigene Axe bewegte, und sich wieder in kleinere Bruchstücke zertheilte, die sich ebenfalls wieder um eigene Axen drehten und in einen gröfsern Raum zertheilten, und sofort in's Unendliche. In dieser Periode konnte sich also auch kein fester Körper in dem entstehenden Raume erhalten; sie zerstreuten sich durch die Wirkung der ausdehnenden Kraft (so wie gegenwärtig die in gerade entgegengesetzter Richtung wirkende Schwere alle Substanz aus dem Raume in einen Punkt versammelt) in einen gröfsern Raum; alle Substanzen befanden sich im chaotischen Zustande in dem Raume vertheilt, und jeder Punkt im Raume drehte sich um eine eigene Axe und zugleich nach der erhaltenen Richtung um den allgemeinen Centralpunkt. (Ueber das Chaos vergleiche man W. T. Krugs Metaphysik.

1830. §. 97. a. mit den Anmerkungen. Nach unserer dynamischen Darstellung ist das Chaos nur insofern form- und gestaltlos, als nach unsern anthropomorphischen Begriffen kein einzelner (Raum-) Punkt in demselben abgesondert angeschaut werden kann, sondern vielmehr als ein durch die höchste Intensität der bewegenden (schaffenden) Kräfte entstandenes Continuum angesehen werden mufs, dessen (übrigens sphärische, also nicht formlose) Umgrenzung nur für unser beschränktes Anschauungsvermögen, so wie für unsere Wahrnehmung vermittelst der Sinne ganz unerreichbar ist.)

33.) In der zweiten Periode, in welcher die Wirkung aller bewegenden Kräfte, die Geschwindigkeiten aller Bewegungen stationär wurden, dauerte das Chaos, d. h. der Zustand des materiellen Raumes, ohne abgesonderte begrenzte Körper fort; in der dritten Periode dagegen, in der Periode der allmäligen Verzögerung aller Geschwindigkeiten, bildeten sich in dem zusammenrückenden Raume einzelne feste materielle Punkte, die sich aneinander hingen, so wie sie sich in ihren, höchst mannigfaltig sich durchkreuzenden, Bahnen begegneten; die allgemeine Bewegung der zusammenhängenden Raumpunkte um einen Centralpunkt gieng fort, während die besondere der einzelnen Raumpunkte um eine Axe aufhörte, indem sich mehrere zusammenhängende derselben um eine gemeinschaftliche Axe bewegten; es begannen sich wieder in der chaotischen Substanz durch das Aufhören der besondern Bewegung der einzelnen Raumpunkte um eigene Axen Körper von bestimmter Begrenzung und, mehr oder weniger, starrer Construction zu bilden. Diese

Weltkörperbildung aus der chaotischen Substanz geht auch noch gegenwärtig fort *), und in dieser Periode ist es, wo die entstehende Körperwelt von den auf der Erde gegenwärtig vorhandenen, mehr oder weniger ähnlichen, Organismen bedeckt worden. Ob auch in einer frühern Periode die choatische Substanz, und da diese auch jetzt noch im Raume sich vorfindet, auch gegenwärtig von irgend welchen organischen Wesen belebt ist, bleibt für uns Erdengeschöpfe *ein tiefes undurchdringliches Geheimnifs;* denn wir mit unsern beschränkten Sinnen, vermöge welcher wir nur mit der Körperwelt in Verbindung stehen und von ihr Kenntnifs erhalten, sind mit unsern Ideen und Begriffen ganz an die Erde, ihre gegenwärtige physische Beschaffenheit und ihren gegenwärtigen Ort im Sonnensysteme gefesselt.

34.) Die Schwere, die negative ausdehnende Kraft, die wir erst in der dritten Periode auftreten und ihre Wirksamkeit anheben sahen, ist jedoch in jeder vorhanden, denn sie ist eine aller Materie inhärirende Kraft und dasjenige Wirkende, wodurch alle Körper und deren Theile zusammenhängen (cohäriren). Ein Punkt (Körper), auf den die ausdehnende Kraft zu wirken anhebt, damit er einen (gröfsern) Raum einnehme und erfülle, widerstrebt dieser Wirkung der ausdehnenden Kraft; dieses Widerstreben ist nichts als Schwere. Durch die ursprünglich unendliche ausdehnende Kraft, deren Wirkung, der Wirkung der Schwere gerade entgegengesetzt, wir jetzt

---

*) Die Beweise für diese fortdauernde Weltkörperbildung wollen wir später beibringen.

nur an sehr wenigen materiellen Körpern und auch nur relativ kennen, die aber einst, welcher menschliche Geist kann den Strom der Zeit, der seit dem verflossen ist, fassen?! ganz allgemein gewesen seyn mufs, ist die Wirksamkeit dieser, aller Materie inhärirenden, Kraft nur aufgehoben, aber nicht vernichtet worden. Ebensowohl, als die Schwere die negative ausdehnende Kraft genannt wird, kann auch die ausdehnende Kraft die negative Schwere genannt werden, beide Kräfte also, mit Berücksichtigung der Richtung ihrer Wirksamkeit, sowohl mit + als auch mit — bezeichnet werden, und daher ist denn in jeder Periode in der That alle Materie jedes Raumes von der + und — ausdehnenden Kraft, oder von der + und — Schwere und von der durch die rotirende Bewegung des resp. Centralkörpers dem entstandenen Raume mitgetheilten Fliehkraft bewegt worden, aber nur von den beiden sich entgegengesetzten Kräften, mit verschiedener Intensität, wodurch eben die verschienen Perioden unterschieden werden können.

35.) In der ersten Periode war die (+) ausdehnende Kraft gröfser als die (— ausdehnende Kraft) Schwere; in der zweiten Periode war die ausdehnende Kraft = der Schwere; in der dritten Periode, in welcher sich gegenwärtig das Sonnensystem, so wie das Sternensystem, zu dem es gehört und von dem es nur einen kleinen Theil ausmacht, befindet, ist die ausdehnende Kraft kleiner als die Schwere. Bezeichnen wir diese Kräfte mit E und D, so ist das Verhältnifs derselben in den drei Perioden $E > D$, $E = D$ und $E < D$, wo dann die prädominirende Kraft um irgend eine Gröfse x gröfser als die andere ist. Ob-

gleich aber in der Periode, in welcher sich gegenwärtig das Sonnensystem befindet, die Schwere über die ausdehnende Kraft um irgend eine Gröfse x prädominirt, so ist diese Gröfse doch so klein, dafs ihre Wirkung in den Bewegungen der Planeten erst in Jahrtausenden deutlich sichtbar wird; defswegen aber doch nicht übersehen und vernachlässigt werden darf, da sie sich deutlich im Weltall nachweisen läfst.

Uebersicht früherer kosmologischer Theorien und Hypothesen.

36.) Einzelne Zustände (Epochen) in der dargestellten Theorie der Weltschöpfung sind schon, abgesehen von den Speculationen der ältern Philosophen, Leucipp, Demokrit, Epicur, Lucrez u. A., zu deren Zeit noch alle Naturwissenschaften in der Wiege lagen, in neuerer Zeit vorzüglich von Descartes, Kant und Laplace aufgefafst und mit mehr oder weniger Bestimmtheit dargestellt worden. Descartes, der Vorgänger und Repräsentant aller neueren Atomistiker, hat den Zustand der dritten gegenwärtigen Periode, in welcher die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Centralkörper um eine Axe bewegen, schon bedeutend verzögert ist, der jeden resp. Centralkörper umgebende Raum mit dem denselben erfüllenden (ätherischen) Mittel, sich aber noch mit der ursprünglichen Geschwindigkeit bewegt, aufgefafst, und hat geglaubt, weil die verhältnifsmäfsige Geschwindigkeit des Raumes sehr viel gröfser als die der Centralkörper ist,

dafs die letzteren in ihren resp. Systemen von **Wirbeln** aus einer dichten, aber sehr fein zertheilten, Materie umgeben wären, (?) durch welche sie *selber* um ihre Axen (?) und der ganze sie umgebende Raum bewegt würden; so wie etwa der Wind die in der Luft schwebenden Körper fortführe. Der grofse Wirbel der Sonne bewege sich mit ungleicher Geschwindigkeit (im umgekehrten Verhältnisse der Entfernung von der Sonne) und führe die Planeten alle nach einerlei Richtung, aber die näheren in kürzerer, die entfernteren in längerer Zeit um die Sonne. Die Erde, Jupiter, Saturn, so wie überhaupt alle Planeten, stehen in dem Mittelpunkte kleinerer Wirbel, welche im gröfseren schwimmen, und die Monde dieser Körper um sie selbst herumführen.

37.) Diese einfache Theorie hat zwar mit der von uns entwickelten die gröfste Aehnlichkeit, indem nach beiden wirbelnde Bewegungen stattfinden sollen; unsere unterscheidet sich von ihr aber wesentlich dadurch, dafs die ursprüngliche Bewegung jedes *resp.* Centralkörpers um eine Axe nicht durch die wirbelnde Bewegung des ihn umgebenden Raumes hervorgebracht wird, sondern dafs umgekehrt die wirbelnde Bewegung des Raumes von der ursprünglichen rotirenden Bewegung des Centralkörpers hervorgebracht wird, und noch immer mit der anfänglich mitgetheilt erhaltenen Geschwindigkeit fortdauert, wenn schon die gröfste Geschwindigkeit des Centralkörpers bedeutend verzögert ist, und ferner dadurch, dafs nach ihr die verschiedene Geschwindigkeit der Schichten der Wirbel unerklärt bleibt, deren Ursache nach unserer Theorie dagegen sogleich deutlich hervorgeht.

Diese Cartesische Theorie, die so einleuchtend die Bewegung der Weltkörper in krummlinigten Bahnen zu erklären schien, hat an Johann Bernoulli und Herrn von Leibnitz sehr scharfsinnige Vertheidiger gefunden, endlich aber der Newtonschen Gravitationstheorie, wohl hauptsächlich darum, weil nicht alle Erscheinungen im Weltall mit **mathematischer Strenge** nach derselben sich nachweisen liefsen, weichen müssen, so dafs sie jetzt fast ganz in Vergessenheit gerathen *ist*.

38.) Newton hat nun wohl das Verdienst, die augenfällige Wirkung der Schwere im Sonnensysteme, und ein auf diese Wirkung bezügliches Gesetz nachgewiesen und hiemit einen wichtigen Schritt zur Erweiterung des menschlichen Wissens gethan zu haben; aber er ist dabei nicht mit der erforderlichen Umsicht zu Werke gegangen. Ein in einer **krummen Linie sich bewegender Körper** mufs nämlich, was die Mechanik lehrt, wenigens von **zwei Kräften** zugleich bewegt werden; Newton hat aber die Schwere allein zur Erklärung der Bewegungen im Sonnensysteme für hinlänglich gehalten, eine zweite Kraft als überflüssig, ja eine unumgänglich zur Erklärung der Bewegungen nothwendige Schwungkraft, als gleichfalls von der Schwere abzuleitende Kraft, angesehen und nach einer zweiten Kraft gar nicht geforscht, die doch in den Cartesischen Wirbeln sehr nahe lag. So wichtig es auch immer seyn mag, die Kraft zu kennen, von welcher alle Körper im Sonnensysteme zur Sonne gezogen werden, so ist es doch nicht minder wichtig, jene andere Kraft kennen zu lernen, durch deren Wirkung alle Körper in den einzelnen

Körpersystemen nach der Tangente fortgetrieben werden. Diese letztere Kraft kennen zu lernen ist um so wichtiger, als die Erde z. B. nach der Richtung derselben in einer Secunde mehr als um 90,000 Fuſs vorwärts eilt, während sie nach der Richtung der Schwere in derselben Zeit nur um etwa 1,25 Linien der Sonne genähert wird.

39.) Kant, der Begründer eines dynamisch-dualistischen Systems in neuerer Zeit, hat *) ebenfalls den Anfang der gegenwärtigen Periode mit dem Auftreten der prädominirenden Schwere aufgefaſst, zwar auch zwei Kräfte, eine schiessende und eine sinkende Kraft (a. a. O. S. 2. und a. a. O.), als unumgänglich nothwendig zur Erklärung der in sich selbst zurückkehrenden Bewegung, angenommen, und die Erscheinung der Bewegungen aller Himmelskörper hauptsächlich durch einen schiefen Stoſs der zerstreuten materiellen Theilchen auf einander zu erklären versucht, obgleich er oft, und namentlich im 7ten und 8ten Hauptstücke, so nahe an die unentdeckte gemeinschaftliche Ursache dieser Bewegungen streift, ohne eine höhere oder entferntere Ursache aller Bewegung zu suchen, und ohne zu bestimmen, warum die durch einen schiefen Stoſs entstehende Bewegung eine und dieselbe Richtung mit verschiedener Geschwindigkeit erhalten habe, was ihm vielleicht gar nicht entgangen seyn würde, wenn er nicht die Theorie des Himmels nach Newtonschen Grundsätzen, wie es auf dem Titel der angeführten Schrift heiſst, hätte schreiben wollen, und wenn es ihm nicht ganz

*) Theorie und Naturgeschichte des Himmels. Zeitz 1808.

unmöglich geschienen hätte, auf diesem Felde die Untersuchungen noch weiter, als es von Newton geschehen, fortzuführen (man vergl. a. a. O. S. 112.), und doch liegt der erste Anknüpfungspunkt für diese Untersuchungen ganz nahe.

40.) Laplace endlich hat auch einen Zustand der gegenwärtigen Weltperiode aufgefafst *), aber von Buffons, von Fourier erneuerten, Meinung, als wenn ein vorüberstreifender Komet Theile von der Sonne abgerissen habe, die, in Kugeln vereinigt, die Veranlassung zur Entstehung der Planeten und zwar im glühenden Zustande gegeben haben solle, befangen, glaubt er, dafs die Materie der Sonne und der Planeten früher in einen grofsen Raum, der alle uns bekannten Planetenbahnen umfafste, gleich einer Atmosphäre ausgebreitet gewesen; an der Grenze dieser Atmosphäre habe sich ein Planet, vielleicht indem die Abkühlung (?) hier die materiellen Theile einander näher brachte, gebildet, und jene Atmosphäre habe nun eine engere Begrenzung erhalten, an deren Umfange ein zweiter, und ebenso ein dritter Planet u. s. w. entstand. Waren so aus einer mit der Sonne oder um sie rotirenden Atmosphäre Planetenkugeln condensirt, so mufsten diese alle eine Bewegung nach gleicher Richtung (warum mit verschiedener Geschwindigkeit?) annehmen, und sich in Bahnen, die (warum?) wenig excentrisch waren, und (warum?) wenig gegen einander geneigt, um die Sonne bewegen. Auch die Rotation der Planeten nach eben der Richtung, glaubt Laplace, folge hieraus (warum? und warum

*) Exposition du système du monde. S. 389.

mit verschiedener Geschwindigkeit?), und wenn man dieses annimmt und zugleich als wahrscheinlich voraussetzt, dafs die Planeten bei ihrer allmäligen Condensirung ebenso Monde, entfernt von ihrer Oberfläche, zurückliefsen, wie es so eben von der Sonne hinsichtlich der Planeten angenommen wurde, so mufsten auch diese eine rechtläufige Bewegung erhalten.

41.) Laplace hat also auch keine höhere oder entferntere Ursache aller Bewegungen nachgewiesen, und nur angenommen, dafs die Sonne, der Centralkörper des ganzen Sonnensystems, die Ursache dieser Bewegungen seyn könne; was aber auch schon lange vorher Kepler *) und Wiedeburg **) geglaubt haben, ohne das Wie? und Warum? nachzuweisen. Laplace hat aber die Idee, dafs die Materie der Sonne und der Planeten einst durch irgend eine, von einem Mittelpunkte nach jeder Richtung strahlig wirkende, ausdehnende Kraft in einen grofsen sphärischen Raum ausgebreitet gewesen, die allerdings sehr viel für sich hat, und die mit unserer Theorie genau zusammenhängt. Denn die Schwere, eine radialiter anziehende Kraft, macht es, nach unserer obigen Erklärung, unumgänglich nothwendig, eine vorausgegangene, radialiter ausdehnende, Kraft vorauszusetzen.

42.) Obgleich also die genannten Gelehrten einzelne Zustände der Weltschöpfung erkannt haben, so ist es doch nur, indem sie nur einzelne Epochen aufgefafst haben, fragmentarisch, und sie haben es

*) Astronomia nova, tradit. comm. de motibus Stellae Martis. Pragae 1601. Fol. In introductione.

**) Einleitung in die physisch-mathematische Kosmologie. Gotha 1776.

unterlassen, dieselben durch die nöthigen Argumente fester zu begründen. Unsere oben entwickelte Theorie der Mittheilung der Bewegung durch die ursprüngliche rotirende Bewegung eines ersten und höchsten Centralkörpers, die die primäre Centralbewegung genannt werden kann, umfaſst dagegen aber nicht allein alle, von den angeführten Gelehrten aufgefaſsten, Zustände der Weltschöpfung, sondern läſst sich auch, mit Zuziehung einer ausdehnenden und einer anziehenden Kraft, welche drei Kräfte, die rotirende, die ausdehnende Kraft und die Schwere, die einzigen denkbaren wahren Centralkräfte sind, indem sie nur von dem Centralkörper ausgehen, auf ihn Beziehung haben und in Hinsicht auf denselben bestimmt werden können, sowohl in Beziehung auf die fortschleudernde (von dem Centralkörper entfernende) Bewegung der von denselben abgerissenen Bruchstücke, die die secundäre Centralbewegung genannt werden muſs, als auch in Beziehung der Mittheilung der rotirenden Bewegung der einzelnen abgerissenen Bruchstücke (z. B. der Sonne an die Planeten, der Planeten an die Trabanten u. s. w.), welche letztere also selbst wieder als bewegende von System zu System übergehende Kraft auftritt, mit mathematischer Strenge von System zu System nachweisen. Die Einzelheiten dieser auf die einfachsten Vernunftgründe begründeten Theorie, deren allgemeinste Umrisse hier nur entworfen sind, wollen wir in einer Reihe Abhandlungen folgen lassen, und wir werden sehen, wie ungezwungen alle bekannten Naturgesetze sich nach unserer Theorie erklären lassen.

Bestimmung
der
Qualität und Quantität der bewegenden Centralkräfte.

43.) Von der im Vorhergehenden entworfenen und auf die einfachsten Grundbegriffe (1.—15.) sich stüzzenden Hypothese ausgehend, wollen wir es versuchen, eine ins Einzelne gehende Erklärung der Bewegungen aller Körper jedes Systems und der Gestalt der, von den bewegten Körpern beschriebenen, Bahnen zu geben. Wir wollen uns bei dieser zu gebenden Erklärung nur mit dem Sonnensysteme beschäftigen, das uns, als Bewohner desselben, zunächst am meisten angeht, und über welches wir die Erfahrungsgrundsätze seit Jahrtausenden vor uns haben. Die Erklärung, wie die einzelnen Körper des Sonnensystems und dieses selbst sich ausgebildet haben, übergehen wir vorläufig mit Stillschweigen, indem vor allen Dingen die genaue Bestimmung der bewegenden Kräfte, so wie der von ihnen hervorgebrachten Bewegungen vorausgehen mufs, woraus sich dann ohne Schwierigkeit die wichtigsten Thatsachen ergeben werden.

44.) Wir haben gesehen, dafs die Punkte $a'b'c'd'e'f'$ Fig. 4. §. 9. in einer festen Kugel den auf der Oberfläche der Kugel befindlichen Punkten a, b, c, d, e, f Fig. 4. entsprechen, und dafs sie von Kräften bewegt werden, die den von ihnen auf die Bewegungs-Axe ss herabgezogenen Linien gleich sind. Ist die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Kugel um ihre Axe dreht, kleiner als die Kraft, mit welcher die einzelnen Theile der Kugel zusammenhängen, so be-

wegen sich die einzelnen Punkte auf der Kugel durch Räume, die den von ihnen auf die Bewegungs-Axe herabgezogenen senkrechten gleich sind. Die von den einzelnen Punkten zurückgelegten Räume sind also in diesem Falle den Kräften, von welchen sie bewegt werden, gleich. Ist S, s der von zwei Punkten zurückgelegte Raum, und D, d die Entfernung derselben von der Bewegungs-Axe, so ist $S : s = D : d$.

45.) Ist dagegen die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Kugel um die Axe bewegt, gröfser als die Kraft, mit welcher die einzelnen Theile der Kugel zusammenhängen, und ist sie namentlich so grofs, dafs die Theile einer Kugel von dem Halbmesser s a noch ihren Zusammenhang behalten, so ist immer die Kraft, mit welcher die einzelnen Punkte bewegt werden, den von ihnen auf die Bewegungs-Axe herabgezogenen senkrechten gleich; aber die Räume, die die Punkte b, c, d u. s. w. in der Zeit durchlaufen, sind nicht mehr den Kräften gleich, sondern sind ihnen proportional, und verhalten sich, wie Potenzen der von den Punkten b, c, d u. s. w. herabgezogenen senkrechten. Ist S, s der von zwei Punkten zurückgelegte Raum, und D, d die Entfernung dieser Punkte von der Bewegungs-Axe, so ist in diesem Falle $S : s = D^x : d^x$.

46.) Befindet sich dagegen nur der Punkt a Fig. 3. auf einer festen Kugel, die Punkte b, c, d, e, f aber in einer Flüssigkeit, die durch keine festen Linien mit der Bewegungs-Axe s der Kugel zusammenhängen, und denen nur durch die bewegte Kugel die Bewegung mitgetheilt wird, so können die Kräfte, von welchen die Punkte b, c, d, e, f in der Flüssigkeit be-

wegt werden, da sie von der ursprünglichen Geschwindigkeit c des Punktes a auf der festen Kugel abhängen, mit $\frac{c}{2}$, $\frac{c}{3}$, $\frac{c}{4}$, $\frac{c}{5}$, $\frac{c}{6}$, als aliquote Theile der Geschwindigkeit c des Punktes a auf der Kugel, bezeichnet werden, indem die Nenner dieser Gröfsen die relative Entfernung jener Punkte von der Bewegungs-Axe s des festen Körpers ausdrücken. Die durch die bewegte Kugel den einzelnen Punkten der Flüssigkeit mitgetheilten Kräfte müssen daher mit den zunehmenden Entfernungen abnehmen. Sind die Entfernungen zweier Punkte der Flüssigkeit D, d, und die Kräfte, durch welche sie in diesen Entfernungen bewegt werden, V, v, so ist $D : d = v : V$, und umgekehrt ist $V : v = d : D$.

47.) Bewegen sich nun aber die Punkte auf einer festen Kugel, indem diese sich mit einer Geschwindigkeit um ihre Axe bewegt, die den Zusammenhang der Theile derselben übersteigt, in einer gegebenen gleichen Zeit durch Räume, die sich wie die Potenzen der Entfernung derselben von der Bewegungs-Axe, oder wie die Potenzen der bewegenden Kräfte verhalten, so mufs man dasselbe analogisch von den in einer Flüssigkeit befindlichen Punkten schliefsen. Stehen die Kräfte, von welcher die einzelnen Punkte in einer Flüssigkeit bewegt werden, im umgekehrten Verhältnisse mit ihren Entfernungen, oder ist $V : v = d : D$, so werden die Räume, die von zwei Punkten in einer Flüssigkeit in einer gegebenen gleichen Zeit nach der allgemeinen Bewegungsrichtung zurückgelegt werden, sich verhalten, wie die Potenzen der Kräfte, oder, da die Kräfte sich umgekehrt wie die Entfernungen verhalten, wie die Potenzen

der umgekehrten Entfernungen. Sind V, v die bewegenden Kräfte, S, s die zurückgelegten Räume und D, d die Entfernungen zweier Punkte, so ist $S : s = V^x : v^x$, oder $S : s = d^x : D^x$.

48.) Die bewegenden Kräfte, die wir, der Kürze wegen und um keine neuen Benennungen zu bilden, Fliehkräfte nennen wollen, von welchen die in einer Flüssigkeit befindlichen Punkte nach der Richtung der Tangente von a nach b Fig. 6. fortbewegt werden, *verhalten sich also umgekehrt*, wie ihre Entfernungen von der Bewegungs-Axe des, die Bewegung der umgebenden Flüssigkeit mittheilenden, Centralkörpers, und die wirklich zurückgelegten Räume, wie die Potenzen dieser Kräfte. Wenn nun diese, den Entfernungen entsprechenden, Fliehkräfte allein auf die in der Flüssigkeit vorhandenen Punkte wirken würden, so würden diese, gleichsam wie durch einen Hebelarm aus der Stelle gerückt, sich in geraden Linien nach der Tangente bewegen. Wirkt aber aufser diesen Fliehkräften noch eine zweite, auf die Richtung der Fliehkräfte senkrecht wirkende, Kraft auf jeden einzelnen Punkt, entweder von a nach c Fig. 6., oder von a nach d, so wird jeder einzelne Punkt nicht mehr in einer geraden, sondern in einer krummen Linie sich bewegen müssen. Die nach der Richtung a c wirkende Kraft wäre die a u s d e h n e n d e (r e p u l s i v e r a u m e r w e i t e r n d e) K r a f t, die nach der Richtung a d wirkende die a n z i e h e n d e (a t t r a c t i v e r a u m z u s a m m e n z i e h e n d e) K r a f t, und beide ursprüngliche Kräfte, d. h. solche, die nicht weiter erklärt werden können, zu nennen.

49.) Jede einzelne dieser beiden ursprünglichen Kräfte kann gröfser seyn als die andere, ihr gerade entgegengesetzte, zusammt der Fliehkraft, oder mit ihnen im Gleichgewichte stehen, oder endlich auch kleiner als die entgegengesetzte, zusammt der Fliehkraft. Es sey E die ausdehnende, F die Flieh- und P die anziehende Kraft, so kann $E > P + F$, $E = P + F$ und $E < P + F$ seyn, oder umgekehrt, $P > E + F$, $P = E + F$ und endlich $P < E + F$ seyn. Die Fliehkraft mufs als das vermittelnde Glied angesehen werden, durch dessen Wirkung sowohl die absolute Wirksamkeit der ausdehnenden, als auch der anziehenden Kraft beschränkt wird.

50.) Ohne hier in die Betrachtung aller möglichen einzelnen Fälle einzugehen, wollen wir uns nur mit dem Falle beschäftigen, wenn $P = E + F$ ist; in diesem Falle müfste, da die anziehende Kraft P unabänderlich in der Richtung a d wirkt, die gemeinschaftliche Wirkung der ausdehnenden und der Fliehkraft $E + F$ in den auf der Linie a d senkrecht stehenden Linien a b zusammenfallen, und es wäre somit nur die Wirkung zweier Kräfte zu betrachten. Gehen wir aber noch von der Betrachtung aus, dafs die Fliehkraft jeder einzelnen der ursprünglichen Kräfte das Gleichgewicht halten, und sie in ihrer Wirksamkeit beschränken mufs, so mufs sie auch der anziehenden Kraft gleich seyn, und die Wirksamkeit der ausdehnenden Kraft kann in diesem Falle als Null ($= 0$) angesehen werden. Es bleibt uns also nur die Wirksamkeit der Fliehkraft und der anziehenden Kraft, ohne weitere Berücksichtigung der ausdehnenden Kraft, zu betrachten übrig.

51.) Wir haben gesehen, daſs die angenommenen Fliehkräfte in einer bewegten Flüssigkeit sich umgekehrt wie die Entfernungen der einzelnen Punkte von der Bewegungs-Axe des bewegenden (Central-) Körpers, und die Wirkungen dieser Fliehkräfte wie die umgekehrten Potenzen der Entfernungen sich verhalten. Wenn daher die anziehende Kraft der Fliehkraft gleich seyn soll, so wird sie ein ähnliches Verhältniſs befolgen müssen. Es seyen in a und e *Fig. 6.* zwei Punkte in einer bewegten Flüssigkeit, deren Fliehkräfte im umgekehrten Verhältnisse ihrer Entfernungen von der Bewegungs-Axe S des Centralkörpers stehen. Sollen die Punkte a und e sich nicht nach der Richtung der auf sie wirkenden Fliehkräfte, von a nach b und von e nach f, von ihrem resp. Centralkörper entfernen, so muſs eine zweite Kraft sie in jedem kleinsten Zeittheile wieder um so viel zum Centralkörper zurückziehen, als die Fliehkraft sie zu entfernen strebt. Diese zweite Kraft ist die anziehende, deren eigentliches Wesen wir oben (20.) schon angedeutet haben. Wenn daher der Punkt a in einer gegebenen Zeit nach der Richtung der Fliehkraft durch den Raum a b rückt, so rückt er auch zugleich nach der Richtung der anziehenden Kraft durch den Raum a d, und indem er, beiden Kräften zugleich folgend, die Diagonale des über die Linien a b und a d beschriebenen Parallelogramms beschreibt, ist er am Ende der gegebenen Zeit in dem Punkte c wieder in derselben Entfernung von der Bewegungs-Axe s des Centralkörpers, als in dem Punkte a. Ganz dasselbe ist mit dem Punkte e der Fall. Während er nach der

Richtung der Fliehkraft von e nach f rückt, rückt er auch nach der Richtung der anziehenden Kraft, von e nach h, und indem er die, über die Linien e f, e h beschriebenen, Diagonale beschreibt, befindet er sich am Ende der gegebenen Zeit in dem Punkte g wieder in derselben Entfernung, wie in dem Punkte e.

52.) Es mufs also die Wirkung der anziehenden Kraft der Wirkung der Fliehkraft gleich seyn. Wäre sie es nicht, sondern kleiner als die Wirkung der Fliehkraft, so müfste sich jeder Punkt nach der Richtung dieser letzteren von dem Centralkörper entfernen; wäre sie gröfser, so müfste sich jeder Punkt dem Centralkörper nähern. Ist aber die Wirkung der anziehenden Kraft der Wirkung der Fliehkraft gleich, so wird auch die anziehende Kraft der Fliehkraft gleich seyn, da, wie wir oben gesehen haben, die Wirkung einer Kraft sich wie eine Potenz derselben verhält. Sind also F f die Fliehkräfte, P, p die anziehenden Kräfte, D, d die Entfernungen und S, s die, nach der Richtung einer dieser beiden Kräfte zurückgelegten, Räume, so ist nicht allein $F : f = d : D$, und die nach der Richtung derselben zurückgelegten Räume $S : s = d^x : D^x$, sondern auch $P : p = d : D$, und die nach der Richtung derselben zurückgelegten Räume $S : s = d^x : D^x$.

53.) Hiemit hätten wir das Verhältnifs der Kräfte, von welchem die sämmtlichen Körper eines gegebenen Systems bewegt werden, gefunden, und wollen dieses Verhältnifs, da es die Eigenschaft der Kräfte in jeder Entfernung von dem Centralkörper anzeigt, die Qualität der Kräfte nennen, die eine reine Function der Entfernung ist. Vergleichen wir

nun die gefundenen Ergebnisse mit den positiven Kenntnissen, die wir über die Naturgesetze im Sonnensysteme besitzen, so finden wir das von Newton aufgestellte Gesetz: "dafs die Schwere der Planeten "im Sonnensysteme im umgekehrten Verhältniss des "Quadrats ihrer Entfernungen von der Sonne stehen," welches offenbar hieher gehört, obgleich es nicht genau das bezeichnet, was damit bezeichnet werden sollte.

54.) Wir haben nämlich gefunden, dafs die bewegenden Kräfte, also auch die anziehende Kraft (oder die Schwere), im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen von dem Centralkörper, und dafs die Wirkung nach der Richtung der bewegenden Kräfte, also auch nach der Richtung der Schwere, im umgekehrten Verhältnisse einer Potenz der Entfernungen stehen. Es ist daher nichts wahrscheinlicher, als dafs diese Potenz, in welcher die Wirkungen der bewegenden Kräfte, also auch die der Schwere, im Sonnensysteme (vielleicht sogar im ganzen Weltall) erfolgen, das Quadrat sey. Bei näherer Betrachtung des Newtonischen Gesetzes bleibt darüber, wenigstens in Hinsicht des Sonnensystems, kein Zweifel. Denn in der That werden die in den Entfernungen a und e Fig. 6. im Sonnensysteme befindlichen Körper, während sie sich in ihren Bahnen in einer gegebenen gleichen Zeit von a nach c und von e nach g bewegen, von der Schwere durch die Räume a d und e h bewegt, die sich zu einander verhalten, wie die umgekehrten Quadrate der Entfernungen der Punkte a und e. Daraus scheint dann zu folgen, dafs durch das sogenannte Newtonsche Gesetz der Schwere vielmehr ein Gesetz der Wirkung der Schwere

gegeben sey, welches, richtiger ausgedrückt, heifsen könnte: **die Fallräume der Planeten im Sonnensysteme nach der Richtung der Schwere verhalten sich, wie die umgekehrten Quadrate ihrer Entfernungen von der Sonne,** wie] oben $S:s = G^2:D^2$. Die Schwere (die bewegende Kraft), die sie gegen die Sonne bewegt, mufs als Ursache von der Wirkung unterschieden werden, und stünde dann **im ungekehrten einfachen Verhältnisse der Entfernungen** von der Sonne, $P:p = d:D$.

55.) Da wir versucht haben, die Bedeutung des Newtonschen Gesetzes der Schwere genauer zu bestimmen, so wollen wir auch noch versuchen, die Bedeutung des Begriffs "Schwere" näher anzuzeigen, da es scheint, als wenn die Physiker bis jetzt noch gar keinen deutlichen Begriff von der Schwere, von der in dem Newtonschen Gesetze die Rede ist, und die die Bewegungen in geraden, gegen die Sonne gerichteten, Richtungen im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen hervorbringt, hätten, und darunter irgend welche qualitas occulta verständen, die schlechterdings nicht weiter zu erklären und auch nicht erkennbar sey. Wir kennen, wenn wir von der Schwere sprechen wollen, 1) die Schwere überhaupt, 2) die absolute Schwere oder das absolute Gewicht, und 3) die relative Schwere oder das specifische Gewicht (die Eigenschwere), und einer von diesen drei Begriffen, unter welchen alles, was von der Schwere ausgesagt werden kann, begriffen seyn mufs, mufs in dem Newtonschen Gesetze **der Schwere** verstanden werden. Der Begriff "Schwere" bezeichnet nur

die Eigenschaft der Körper, vermöge welcher sie gegen einen relativen (Central-, Mittel-) Punkt oder von dem Umfang (Peripherie) einer gegebenen Sphäre gegen den Mittelpunkt zu fallen streben, kann daher in kein Verhältnifs, als rein phoronomischer Begriff, gebracht werden, und kann höchstens die Vorstellung von der Richtung einer (wirklich wahrnehmbaren oder auch nur denkbaren) Bewegung geben. Wenn gesagt wird: Blei, Holz, Wolle, Bimsstein u. s. w. ist schwer, so weifs *man noch* weiter gar nichts mehr auszusagen, als dafs alle diese Körper, sich selbst überlassen, von einem erhöheten Punkte herab an die Oberfläche der Erde, und, wenn diese nicht Widerstand leisten würde, bis zum Mittelpunkte der Erde fallen würden. Von dem reinen Begriff der Schwere kann daher bei dem Newtonschen Gesetze derselben die Rede nicht seyn, da hier, nach unserer Vorstellung, eine Verbindung von Ursache und Wirkung stattfindet, und doch etwas anderes, als ein blofser Begriff, als Ursache angenommen werden mufs.

56.) Wir werden daher nicht den abstracten Begriff der Schwere, sondern einen wirklichen schweren Körper in Betrachtung ziehen müssen. Ein schwerer Körper kann betrachtet werden, als aus einer gegebenen Menge materieller Theile bestehend, entweder ohne Berücksichtigung oder mit Berücksichtigung des Raumes, in dem sie enthalten sind; praktisch unterscheidet man im ersten Falle das absolute, und im zweiten Falle das relative oder specifische Gewicht der Körper. Andere Bestimmungsgründe für die Schwere und die schweren Körper kennen wir nicht, und müssen daher untersuchen, welcher von

diesen beiden in dem Newtonschen Gesetz der Schwere gemeint seyn kann. Lassen wir ein Stück Blei und ein Stück Korkholz von gleichem Rauminhalte (Volumen) aus einer gleichen Höhe fallen, so bemerken wir, daſs diese beiden Körper nicht genau in einer gleichen Zeit die Oberfläche der Erde erreichen, und daſs namentlich das Blei die Oberfläche der Erde zuerst berührt. Da nun in diesen beiden Körpern von gegebenem gleichen Volumen eine verschiedene Menge materieller Theile ist, so sollte man glauben, daſs das absolute Gewicht etwas zur Beschleunigung der Bewegung beitragen müsse.

57.) Ein Newtonsches, hierauf bezügliches, Gesetz sagt auch: daſs die anziehenden Kräfte (die Schwere) zweier Körper im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen, und im geraden Verhältnisse ihrer Massen stehen sollen. Da nun, wie gesagt, die Massen der Körper sich verhalten, wie die Mengen der in ihnen enthaltenen Theile, oder wie die absoluten Gewichte, so sollte man glauben, daſs die absoluten Gewichte etwas zur Gröſse der, nach der Richtung der anziehenden Kräfte (der Schwere) zurückgelegten, (Fall-) Räume beitragen könnten. Ist daher z. B. D, d die Entfernung, M, m die Masse und S, s die Fallräume zweier Körper, so soll $S : s = d^2\ M : D^2\ m$ seyn, und es müſste auch, wenn $D : d = 1 : 3$ und $M : m = 1 : 9$ ist, $S : s = 3^2\ 1 : 1^2\ 9$ seyn, und da $3^2 = 9$ ist, also $3^2\ 1 = 1^2\ 9$ ist, so müſsten $S : s = 1 : 1$ also gleich seyn. Sonach müſsten die Fallräume zweier Körper, wenn ihre Massen sich wie die Quadrate der Entfernungen verhalten, gleich seyn, was im Wider-

spruche mit dem oben angeführten Newtonschen Gesetze der Schwere steht. Denn als schlagendes Beispiel kann die Masse der Erde und die Masse des Jupiters angeführt werden. Die Masse des Letztern ist bedeutend gröfser, als das Quadrat seiner Entfernung von der Sonne, im Verhältnifs zu der Masse der Erde, und doch fallen beide Körper in gleichen Zeiten durch Räume, die genau nur dem umgekehrten Quadrate ihrer Entfernungen gleich sind.

58.) So unabänderlich richtig auch das oben (53.) angeführte Newtonsche Gesetz der Schwere ist, so wenig läfst sich dasselbe von dem zweiten behaupten, dessen Unwahrheit noch deutlicher hervorgeht, wenn man die (vorgegebene) Wirkung der Masse ohne Berücksichtigung der Entfernungen betrachtet. Nach Uebergehung der Entfernungen verhalten sich die anziehenden Kräfte (der Schwere) der Körper gerade wie ihre Massen. Die Massen der Körper werden aber durch ihr absolutes Gewicht bestimmt, so wie die Wirkung jeder Kraft durch die Geschwindigkeit, diese aber wieder durch die Gröfse des durchlaufenen Raumes. Ist nun M, m die Masse, P, p das absolute Gewicht, C, c die Geschwindigkeit, und endlich S, s der (Fall-) Raum zweier Körper, so ist ganz gewifs $M:m = P:p$; es soll aber auch $C:c = M:m$ und folglich auch $S:s = M:m$ seyn. Wenn aber alle diese Gröfsen einander gleich sind, so mufs auch $C:c = P:p$ seyn, und die Geschwindigkeiten müssen sich wie die absoluten Gewichte verhalten. Das ist ja aber die alte Aristotelisch-scholastische Lehre: "Die Geschwindigkeiten der fallenden Körper verhal-"ten sich wie ihre Gewichte," deren Unrichtigkeit

schon Galiläi nachgewiesen, und uns dafür die richtigen Fallgesetze gegeben hat, die für alle Ewigkeit richtig bleiben werden.

59.) Es ist daher gar nicht zu verkennen, dafs Newton die alte, von Galiläi widerlegte und man sollte glauben, nur geschichtlich noch bekannte Lehre wieder in die Naturlehre aufgenommen hat, jedoch mit andern Worten; wefswegen er auch den Irrthum, in den er gefallen ist, nicht bemerkt hat. Was bei den Scholastikern Gewicht heifst, nennt er Masse, und die Geschwindigkeit der Erstern nennt er anziehende Kraft, die nur durch die Geschwindigkeit gemessen werden kann. Allerdings findet noch zwischen der scholastischen und der Newtonschen Lehre ein Unterschied statt, der aber nichts Wesentliches an der Unrichtigkeit beider Lehren ändert. Nach den Scholastikern ist nämlich die gröfsere oder kleinere Masse eines Körpers dasjenige Wirkende, welches seine eigene gröfsere oder kleinere Geschwindigkeit bedingt; nach Newton dagegen ist die gröfsere oder kleinere Masse eines Körpers dasjenige Wirkende, welches einen andern Körper bestimmt, sich ihm mit gröfserer oder kleinerer Geschwindigkeit zu nähern.

60.) Durch vielfältige Erfahrungen ist es ja aber seit Galiläi's Zeiten überzeugend dargethan, dafs die gröfsere oder kleinere Masse eines Körpers zur Vergröfserung oder Verminderung seiner eigenen Geschwindigkeit gar nichts beiträgt, und dafs z. B. ein Pfund Blei gerade in eben derselben Zeit von derselben Höhe herabfällt, wie 10 Pfund Blei, während doch 1 Pfund Blei schneller von derselben Höhe herab-

fällt, als 10 Pfund Korkholz. Wenn daher das absolute Gewicht oder die Masse eines Körpers zur Beschleunigung der eigenen Geschwindigkeit gar nichts beiträgt, wodurch sollte nun wohl erklärt werden können, dafs ein Körper, im Verhältnifs seiner Masse, die Geschwindigkeit eines andern Körpers beschleunige, und dafs 10 Pfund Blei einen andern Körper stärker anziehen (wenn es überhaupt geschieht), als 1 Pfund? — Ist die scholastische Lehre unrichtig, so ist die Newtonsche zum wenigsten unerweislich. Wenn ein fallender Körper im Fallen auf einen andern trifft und ihn vor sich hertreibt, dann ist es allerdings ein grofser Unterschied, ob der fallende Körper 1 Pfund oder 10 Pfund wiegt; aber man kann auch diesen Unterschied erst im Augenblicke der Berührung des andern Körpers machen; er fängt dann erst an. So lange nämlich der Körper im freien Fallen begriffen ist, kann nur sein dynamisches Element (worüber wir bald mehr sprechen wollen) betrachtet werden; das mechanische Element, das von seiner Masse abhängt, fängt erst mit der Berührung eines zweiten Körpers, den er vor sich treibt oder treiben soll, an. Sollte vielleicht Newton das mechanische Element der Bewegung mit dem dynamischen vermischt, und das Entgegengesetzte, des in der Mechanik sich ergebenden, als möglich angenommen haben? Dann konnte er wohl sagen: so wie ein Körper einen andern durch einen Stofs im Verhältnifs seiner Masse bewegt, ebenso geschieht es umgekehrt durch Anziehung. Richtig ist es aber defswegen nicht. —

61.) Da uns weder die Betrachtung des reinen Begriffs der Schwere, noch auch die Untersuchung der Wirkung der absoluten Gewichte oder der Masse der Körper irgend etwas dargeboten hat, um daraus die verschiedenen Fallräume der Körper im Sonnensysteme zu erklären, so wollen wir noch das specifische Gewicht oder die Eigenschwere der Körper in dieser Hinsicht betrachten. Zu diesem Ende wollen wir erst in unserm Erfahrungskreise uns umsehen. — Das Wasser eines ruhig fliefsenden Stromes von gegebener Geschwindigkeit trägt einen grofsen Balken, ein Scheit und einen Span einer und derselben Holzgattung, also gleichartige Körper, mit ganz gleicher Geschwindigkeit auf seiner Oberfläche fort, obgleich ihr absolutes Gewicht sehr verschieden ist. Die Bewegung des Wassers ist ohne Widerrede die Ursache der Bewegung von drei Stücken Holz von verschiedener Masse, die sonst unbeweglich verharren würden. Wird die Geschwindigkeit des Stromes gröfser, so reifst er an und für sich specifisch schwerere Körper, als das Wasser ist, mit sich fort. Wird die Geschwindigkeit des Wassers sehr grofs, wovon wir u. a. ein furchtbares Beispiel bei der Verwüstung des Bagni-Thales haben, so reifst es die gröfsten Körper von bedeutend gröfserem specifischen Gewichte, als das Wasser ist, nämlich Felsblöcke mit sich fort. — Aehnliche Erscheinungen bietet ein flüssiger Körper von ungleich geringerer Dichtigkeit, als das Wasser, die Luft, dar. Bewegt sich die Luft mit mäfsiger Geschwindigkeit von 5 bis 10 Fufs in der Secunde über die Oberfläche der Erde, so hebt sie keinen der specifisch viel schwereren Körper von der Erde. Ist

die Geschwindigkeit der Luft gröfser, etwa 10 bis 20 Fufs in der Secunde, so hebt sie schon kleinere Körper von gröfserem specifischen Gewicht, als Sand, Späne u. s. w., auf und führt sie mit sich fort. Ist die Geschwindigkeit der Luft sehr grofs, 50 bis 100 und mehr Fufs in der Secunde, so hebt sie die gröfsten Lasten aus ihrer Stelle und treibt sie vor sich her, worüber, oft zum grofsen Schaden der Menschen, sehr viele Erfahrungen vorhanden sind, und unter andern das Ereignifs vom 27sten December 1819 bei dem Dorfe Randa an der Visp in der Schweiz. Diese Thatsachen aus unserem Erfahrungskreise geben uns die unbezweifelbare Gewifsheit, dafs ein Körper von sehr geringem specifischen Gewicht, die Luft, wenn er sich nur mit einer grofsen Geschwindigkeit bewegt, andere Körper von bedeutend gröfserem specifischen Gewicht mit sich fortreifst, so dafs sie gleichsam auf ihm schwimmen, und dafs nicht allein die Luft oder das Wasser, sondern auch jede andere (tropfbare oder elastische) Flüssigkeit, wenn sie sich nur mit der erforderlichen Geschwindigkeit selber bewegt, auch andere Körper von bedeutend gröfserem specifischen Gewicht (Eigenschwere) mit fortbewegen mufs.

62.) Die (elastisch-) flüssige Substanz, die den Raum des ganzen Sonnensystems und wahrscheinlich auch des ganzen Weltalls ausfüllt, ist ohne Widerrede von bedeutend geringerer Eigenschwere, als jede uns bekannte elastisch-flüssige Substanz, und mufs, um andere Körper von bedeutend gröfserer Eigenschwere mit sich fortführen zu können, mit einer bedeutenden Geschwindigkeit sich bewegen. In der

That wissen wir durch Thatsachen, an deren Richtigkeit nicht im geringsten zu zweifeln ist, dafs diese, den Raum des Sonnensystems ausfüllende, elastisch-flüssige Substanz, die wir, nach dem Vorgange früherer Naturforscher, kurz Aether nennen wollen, z. B. in der Entfernung der Erde von der Sonne sich mit einer Geschwindigkeit bewegt, die jede Geschwindigkeit an der Oberfläche der Erde weit hinter sich läfst. Diese, durch die einstige sehr viel gröfsere Umdrehungs-Geschwindigkeit der Sonne dem ganzen Raume des Sonnensystems mitgetheilte, Bewegung ist aber nicht allein von einer sehr grofsen Geschwindigkeit, sondern auch ganz gleichmäfsig, und daher auch mit einem ruhig fliefsenden Strome vollkommen zu vergleichen.

63.) So wie auf einem, ruhig mit gegebener Geschwindigkeit fliefsenden, Strome ein Balken, ein Scheit und ein Span eines und desselben Holzes von gegebener Eigenschwere mit der ihnen mitgetheilten Geschwindigkeit des Stromes gleichzeitig fortgeführt werden, gerade so werden auf dem gleichmäfsig sich fortbewegenden Strome des Aethers im Sonnensysteme alle Körper einer und derselben Eigenschwere, von welchem verschiedenen Rauminhalt (Volumen), oder, was dasselbe ist, von welcher verschiedenen Masse sie übrigens seyn mögen, mit fortbewegt. So wie die bekannte Eigenschwere des Wassers eines Stromes mit der gegebenen Geschwindigkeit desselben die Ursache der Bewegung der Holzstücke von verschiedenem Rauminhalte ist, und zugleich einen Widerstand leistet, dafs sie, nicht auf den Grund des Stromes gegen den Mittelpunkt der Erde niederfallend,

in Beziehung auf die Bewegung des Wassers im Strome, unbeweglich verharren; ebenso ist die bekannte Geschwindigkeit des Aethers in der Entfernung der Erde von der Sonne mit der unbekannten Eigenschwere desselben die Ursache der Bewegung der Erde, oder auch anderer kleinerer oder gröſserer Körper, die sich nur in derselben Entfernung von der Sonne befinden und mit der Erde eine gleiche Eigenschwere haben; zugleich leistet aber auch diese Geschwindigkeit und Eigenschwere des Aethers allen diesen Körpern einen Widerstand, daſs sie, nicht auf den Centralkörper, den Mittelpunkt des Sonnensystems, die Sonne, niederfallend, in Beziehung auf den sich bewegenden Aether, in Ruhe verharren.

64.) Der Vergleich des sich bewegenden Aethers mit einem Strome ist, abgesehen davon, daſs in diesem an den Ufern und auf dem Grunde des Strombettes durch Reibung die gegebene Geschwindigkeit verzögert wird, was in dem Aether gar nicht stattfinden kann, da er von keinen Ufern und keinen Grenzen eingeschlossen wird, auch insofern nicht ganz richtig und erschöpfend, als auf einem Strome Körper von verschiedener Eigenschwere, wenn diese nur kleiner als die Eigenschwere des Wassers ist, zugleich fortbewegt werden können, während auf dem Aether von gegebener Geschwindigkeit (die Eigenschwere des Aethers ist wahrscheinlich durch das ganze Weltall gleich) nur ein Körper von gegebener Eigenschwere fortbewegt werden, fortschwimmen kann. Bei der bekannten Geschwindigkeit des Aethers in der Entfernung der Erde von der Sonne, welche die der Erde selbst nach der Tangente ist, schwimmt

die Erde, ein Körper von gegebener Eigenschwere, auf dem Aether, und wird von diesem verhindert, auf die Sonne zu fallen, oder doch wenigstens dieser sich zu nähern. Bliebe nun die Geschwindigkeit des Aethers in der Entfernung der Erde von der Sonne dieselbe, es käme aber ein Körper von bedeutend gröfserer Eigenschwere in dieselbe Entfernung von der Sonne, so könnte die Geschwindigkeit des Aethers der Eigenschwere des Körpers nicht mehr den entsprechenden Widerstand leisten, der Körper würde sich also der Sonne bis dahin nähern, wo die Geschwindigkeit des Aethers mit der Eigenschwere des Körpers im Gleichgewichte stände, und hier dann mit gleichmäfsiger, seiner Eigenschwere entsprechender, Geschwindigkeit zugleich mit und auf dem Aether fortschwimmen. Befände sich bei gleicher Geschwindigkeit des Aethers in der Entfernung der Erde von der Sonne, ein Körper von kleinerer Eigenschwere, als die Erde, so würde die Geschwindigkeit des Aethers diesen Körper bis dahin von der Sonne entfernen, wo seine Eigenschwere mit der Geschwindigkeit des Aethers im Gleichgewicht stände, und er hier dann gleichmäfsig sich mit dem Aether fortbewegen.

65.) Daraus erhellet, dafs ein im freien Fall begriffener Körper nur mit einer, seiner Eigenschwere entsprechenden, Geschwindigkeit sich bewegen kann. Die Bewegungen der Körper im Sonnensysteme sind in der That, sowohl nach der Richtung a d Fig. 6., als auch in der Richtung a b, ein Fallen gegen die Sonne; sie werden in letzterer Richtung nur von der allgemeinen Fliehbewegung des ganzen Raumes vom Fall in der geraden Linie a s abgelenkt. Sie fallen

defswegen immer, und die Fallräume nach beiden Richtungen sind immer im geraden Verhältnisse mit den Eigenschweren und, da diese den Fliehkräften gleich seyn müssen, mit den Fliehkräften. Dieses ist nun das dynamische Element eines fallenden Körpers, dafs sich die Geschwindigkeiten wie die Eigenschweren verhalten, welches von dem mechanischen Elemente, das wie ein Product aus der specifischen, der Eigenschwere verhältnifsmäfsigen, Geschwindigkeit in die Masse des fallenden Körpers ist, und in Beziehung auf die Gröfse der, einem andern Körper mitzutheilenden, Bewegung durch Stofs, Druck u. s. w. in Betracht kömmt, wohl unterschieden werden mufs.

66.) Die Schwere, von welcher in dem sogenannten Newtonschen Gesetze der Schwere nur die Rede seyn kann, welche jeden Körper des Sonnensystems im Verhältnifs seiner resp. Entfernung von der Sonne bewegt, ist daher weder der abstracte Begriff "Schwere," noch auch die absolute Schwere oder die Masse der Körper, sondern einzig und allein ihre Eigenschwere oder ihr specifisches Gewicht. Da wir nun schon oben gesehen haben, dafs die bewegenden Kräfte der Körper in jedem System im umgekehrten Verhältnisse ihrer Entfernungen von dem, die Bewegung mittheilenden, Centralkörper stehen, die nach der Richtung jeder der beiden Kräfte durchlaufenen Räume aber eine Potenz derselben sind; so ist die Schwere, die die Planeten und Kometen gegen die Sonne treibt, die Eigenschwere derselben, und diese steht im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen dieser Körper von der Sonne;

die Räume aber, die die Körper in einer gleichen Zeit nach der Richtung der Schwere zurücklegen, verhalten sich wie die Quadrate der Eigenschwere, oder wie die umgekehrten Quadrate der Entfernungen. So wie an der Oberfläche der Erde, bei gleichem Widerstande, gleichartige Körper durch gleiche Räume fallen, so müssen auch im Sonnensysteme, bei gleichem Widerstande, bei gleicher Geschwindigkeit des Aethers, gleichartige Körper durch gleiche Räume fallen; und umgekehrt, wenn, bei gleichem Widerstande, die Körper durch gleiche Räume fallen, so müssen sie auch gleichartig seyn. Das sind Thatsachen, die nicht allein durch die Theorie erklärt, sondern auch noch durch vielfältige Erfahrungen, von denen wir a. a. O. *) sprechen werden, genügend bestätigt worden.

67.) Die Eigenschweren (specifischen Gewichte, Dichtigkeiten) der mehrsten Planeten im Sonnensystem sind schon auf einem andern Wege zu bestimmen versucht worden, die dann zufällig auch im umgekehrten Verhältnifs der Entfernungen der *Planeten* von der Sonne stehen, wie schon de la Grange bemerkt hat. Newton hat zu diesen Untersuchungen späterer Geometer zur Bestimmung der Eigenschweren (Dichtigkeiten) Veranlassungen gegeben, indem er die Regel aufstellte: dafs sich die Massen in allen Kugeln unsers Sonnensystems gegen einander wie die Kubi ihrer Entfernungen, in welchen sie um andere herumlaufen, und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Umlaufs-

*) Theorie der leuchtenden Meteore.

zeiten verhalten. Wenn man die so gefundenen Massen der Sonne und der Planeten durch ihre Gröſse dividirt, so soll sich die verhältniſsmäſsige Dichtigkeit derselben ergeben. (?!) Man könnte, bei genauerer Analyse dieser Regel, so wie der oben (57.) schon angeführten, leicht in die Versuchung kommen zu glauben, daſs es Newton, nach Entdeckung der Schwere, an dessen Richtigkeit nicht zu zweifeln ist, und das ganz allein hinreichend gewesen wäre, seinen Namen auf die Nachwelt zu bringen, um nichts mehr zu thun gewesen wäre, als nur, so viel als möglich, Naturgesetze, selbst auf Kosten der Erfahrung und der Wahrheit, aufzustellen; die Unrichtigkeit derselben ist nicht schwer nachzuweisen.

68.) Diese Regel hat Newton augenscheinlich aus der Keplerschen dritten Regel entwickelt, oder sie vielmehr ihr nachgebildet, nur nicht sehr glücklich. Ist nämlich M m die Masse, D d die Entfernung und T t die Umlaufszeit zweier Körper, und sind diese beiden Körper Planeten im Sonnensysteme, so müſsten, nach dem wörtlichen Sinne der Regel, da $D^3 : d^3 = T^2 : t^2$ ist, $M : m = D^3\, t^2 : d^3\, T^2$, oder, da $D^3\, t^2 : d^3\, T^2 = 1 : 1$ ist, $M : m = 1 : 1$ oder die Massen aller Planeten gleich seyn, was sich bei der vergleichenden Berechnung der Würfel der Entfernungen und der Quadrate der Umlaufszeiten je zweier beliebiger Planeten ergiebt, was auch gar nicht unmöglich, aber doch nicht wahr ist, weil es gegen die Erfahrung streitet. Denn wie ist es glaublich, daſs die Planeten alle, von so höchst verschiedenem Rauminhalte, dennoch von gleicher Masse (gleichem absoluten Gewicht) seyn sollten?

69.) Wenden wir diese Regel auf die Bestimmung der verhältnifsmäfsigen Masse der Planeten und der Sonne an, so müfsten wir erst die Entfernung der Sonne von einem höhern Centralkörper und auch ihre Umlaufszeit um diesen kennen, um die relative Masse der Sonne finden zu können; denn die Regel sagt: die Massen (der Körper) stehen im Verhältnifs der Würfel der Entfernungen, in welchen sie um andere herumlaufen, und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Umlaufszeiten. Das Verhältnifs der Entfernung und der Umlaufszeit der Sonne (in Beziehung auf einen höhern Centralkörper) zu der Entfernung und der Umlaufszeit der Erde (in Beziehung auf die Sonne) würde also das Verhältnifs der Masse dieser beiden Körper geben. Wie kann man aber wohl eine Gröfse finden, wenn deren Factoren (hier die Entfernung der Sonne von einem höhern Centralkörper und deren Umlaufszeit um denselben) durchaus unbekannt sind? Die Herren Lalande, Prevost, Herschell und Maurice haben wohl mit diesem Gegenstande sich beschäftigt und zu finden geglaubt, dafs die Sonne mit ihrem ganzen Systeme sich bewege, woran wir, wenn auch gar keine Beobachtungen darüber vorhanden wären, nicht zweifeln wollten, auch die muthmafsliche Richtung dieser Bewegung haben sie angegeben; von der Entfernung der Sonne von einem höhern Centralkörper, so wie von der Umlaufszeit derselben um ihn, ist aber defswegen noch gar keine Rede. Eben so wenig kann dann davon die Rede seyn, nach der Newtonschen Regel, so wie sie angeführt worden, das Verhältnifs der Massen der Sonne und der Erde bestimmen zu wollen.

70.) Wahrscheinlich ist es daher, dafs die in Rede stehende Newtonsche Regel anders ausgesprochen werden müsse, um einigermafsen verständlich und anwendbar zu werden. Es müssen sich wohl vielmehr die Massen in allen Kugeln unsers Sonnensystems, wie die Würfel der Entfernungen jener Körper, die um sie (nicht: um welche sie) herumlaufen, und umgekehrt, wie die Quadrate der Umlaufszeiten jener Körper verhalten. In der That sind auch *die Massen der Planeten* nach der, so wie hier, ausgesprochenen Regel berechnet*), obgleich die Regel wie oben **) (67.) ausgesprochen ist. Damit ist aber auch noch nicht viel gewonnen, denn hier tritt gerade der Punkt ein, der von uns bestritten wird, nämlich die Wirkung der Körper auf einander im Verhältnifs ihrer Massen, über deren Unzulässigkeit wir schon oben uns ausgesprochen haben. Alle Bewegungen in unserm Sonnensysteme würden gerade so, wie gegenwärtig, vor sich gehen, wenn einer oder mehrere, oder auch alle bekannten Planeten bei der gegebenen bestimmten Eigenschwere von solchem Umfange wie die Sonne, also bei gegebener Eigenschwere von viel gröfserer Masse, als gegenwärtig, wären; ein jeder würde in seiner resp. Entfernung von der Sonne sich gerade mit derselben Geschwindigkeit, wie gegenwärtig, in einer Bahn bewegen, die völlig der jetzigen gliche, und um so viel, wie jetzt, gegen den Sonnen-Aequator geneigt wäre; denn auf alle

---

*) de la Laude, Astronomie. §. 1018. — Bode, Entwurf der astr. Wiss. §. 455.

**) Bode a. a. O. — Fischer, Gesch. d. Ph. 2. B. S. 507.

diese Elemente hat die Masse keinen Einflufs, wie wir bald sehen werden. Die Beobachtungen neuester Zeit an den Doppeltsternen haben ja uns gelehrt, dafs dergleichen Verhältnisse in entfernten Sonnensystemen wirklich stattfinden müssen, deren Möglichkeit die Theorie keinen Augenblick bezweifeln kann. Dafs die resp. Geschwindigkeit eines bewegten Raumes und aller in demselben enthaltenen Körper nicht von der Masse des Centralkörpers abhängen könne, haben wir oben (14. 15.) gesehen.

71.) Diese Newtonsche Regel ist daher nicht allein zu gar nichts nütze, sondern sogar schädlich, indem sie, selber falsch, eine Reihe unrichtiger Schlüsse veranlafst hat. Die ganze, kaum zu entwickelnde, Verwirrung aller Begriffe hat sich in die höhere Physik oder in die physische Astronomie, durch die unglückliche Idee einer gegenseitigen Wirkung der Körper auf einander in die Ferne, und noch dazu im Verhältnifs ihrer Massen, eingeschlichen, oder ist vielmehr mit Gewalt in die Wissenschaft eingeführt worden, durch die Behauptung, dafs die Massen durchaus wirken müssen. Es ist nur eine einzige in die Ferne gehende Wirkung der Körper vorhanden: es ist die, die von ihnen, insofern sie Centralkörper sind, ausgeht, auf eine gegebene und bestimmbare Sphäre beschränkt ist, und auf keine Weise auf etwas aufser dieser Sphäre Befindliches einwirken kann. Aber jeder Centralkörper ist auch nicht die Ursache jener in die Ferne gehenden Wirkung, insofern er ein Körper von gegebener Masse, sondern nur, insofern als er ein Körper von gegebenem Umfange ist, der sich mit einer gegebenen Geschwin-

digkeit um seine Axe bewegt, die in dem Umfange enthaltene Masse sey übrigens, welche sie wolle. Von einer gegenseitigen anziehenden Wirkung der Körper auf einander, deren Möglichkeit nicht abzusehen (25. 27.) ist, kann daher nirgend die Rede seyn, und am wenigsten im Verhältnifs ihrer Massen. Selbst der Ausdruck: "anziehende Kräfte," dessen auch wir uns hier bedient haben, mufs aus der allgemeinen Naturlehre verbannt werden, da er, obgleich er mit der Schwere *identisch seyn soll*, doch in uns die Vorstellung hervorruft, als wenn die Körper einander gleichsam vermittelst unsichtbarer Fäden anzögen, was nicht stattfinden kann und unmöglich ist. Schwer sind alle Körper, und als Theile eines gegebenen Raumes streben sie, in den resp. Central- (Körper-) Punkt zusammenzufallen, ohne aber von diesem angezogen zu werden. Von jedem Körper, insofern er als Centralkörper betrachtet werden kann, hängt vermittelst der von ihm ausgehenden Kraft das Vorhandenseyn des Raumes, dessen Centralkörper er ist, und vermittelst seiner rotirenden Bewegung die relative Beständigkeit dieses Raumes ab. Da nun die Wirkung der ausdehnenden Kraft in geraden, von dem Centralkörper nach allen Richtungen gehenden Linien angesehen werden mufs, so kann die, in gerade entgegengesetzter Richtung gehende, Wirkung der Schwere nicht so angesehen werden, als wenn sie von einer, in dem Centralkörper neben der ausdehnenden Kraft befindlichen, Kraft hervorgebracht würde. Zwei, diagonaliter einander entgegenwirkende, Kräfte können nicht von einem und demselben Punkte ausgehen; das ist ganz unmöglich.

72.) Die, nach der besprochenen Newtonschen Regel gefundenen, Massen der Planeten sind daher gewifs unrichtig, und folglich auch die, in Folge der gefundenen Massen bestimmten, Eigenschweren (Dichtigkeiten) der Planeten, obgleich die letzteren fast mit den, nach unserer Ansicht zu bestimmenden, Eigenschweren bis auf die des Uran übereinstimmen. Die Unrichtigkeit dieser Bestimmungen kann schon aus dem Newtonschen Gesetz der Schwere und aus der dritten Keplerschen Regel abgeleitet werden; denn da diese beiden Gesetze nichts anders bezeichnen wollen, als die Wirkung des dynamischen Elements der Körper, so wie die Relation dieser Wirkung zur Zeit und zum Raume, und dabei einfache, ganz unabänderliche, Verhältnisse befolgen, so mufs auch die Ursache jener Wirkung, das dynamische Element, die Eigenschwere, selbst ein einfaches unabänderliches Verhältnifs befolgen. Dieses Verhältnifs ist aber das umgekehrte der Entfernungen der Planeten (und Kometen) von der Sonne, und in diesem stehen die Eigenschweren (Dichtigkeiten, specifischen Gewichte, das dynamische Element, die Qualität, die Schwerkraft) aller Körper im Sonnensysteme (nur nicht die Trabanten in dem Planetensysteme), in welcher Entfernung von der Sonne sie sich auch befinden mögen. Die Qualität der Kräfte aller Körper im Sonnensysteme befindet sich in einer arithmetischen, den umgekehrten Entfernungen entsprechenden, Reihe, und mit dieser Qualität der Kräfte geht die Wirkung derselben in einer geometrischen Reihe parallel. Die geometrische Reihe ist durch das sogenannte Newtonsche Gesetz bezeichnet, und erstreckt sich in alle

Entfernungen, während die arithmetische Reihe beim Uran unterbrochen ist, weil nach einem falschen Gesetze erst seine Masse, und dann aus dieser und seinem Umfange seine Eigenschwere bestimmt worden ist.

73.) Da wir nun aus unsern bisherigen Untersuchungen gefunden haben, daſs unter der Schwere, von dem in dem Newtonschen Gesetze die Rede ist und deren Wirkung es bezeichnet, nichts anders als die Eigenschwere verstanden werden kann, so haben wir auch das einfachste Mittel, diese selbst zu bestimmen. Kennen wir nämlich die Entfernung irgend eines Körpers im Sonnensysteme, so wissen wir auch sogleich die Eigenschwere desselben in Beziehung zur Eigenschwere irgend eines andern Körpers desselben Systems, indem wir nur die relativen Entfernungen dieser beiden Körper umzukehren haben. Zur Bestimmung der Eigenschwere der Sonne haben wir zwar kein Mittel, und unsere Hypothese ist insofern gegen die Newtonsche Lehre im Nachtheil, weil nach dieser auch die Eigenschwere (Dichtigkeit) der Sonne bestimmt werden kann. Wollen wir aus Neugierde auch die verhältniſsmäſsigen Massen zweier Körper im Sonnensysteme zu erfahren suchen, so können wir auch hier unsere Neugierde leicht befriedigen, da bekanntlich, wenn M, m die Masse, P, p die Eigenschwere und V, v der Rauminhalt zweier Körper bedeutet, $M : m = P\,V : p\,v$ ist, gerade so wie an den Körpern an der Oberfläche der Erde. Die Neugierde allein könnte uns aber auch nur veranlassen, die verhältniſsmäſsigen Massen der Planeten kennen zu lernen; etwa so, wie wenn Jemand die verhältniſsmäſsige

Masse des Monte Rosa, oder des Brocken oder des Blocksberges zu der Masse des Chimborasso oder des Dhevalagiri kennen lernen wollte. Für die höhere Physik oder die physische Astronomie ist die Kenntnifs der Massen der Weltkörper ganz ohne Nutzen, da, wie schon oft gesagt, die Körper auf einander im Verhältnifs ihrer Massen und überhaupt in die Ferne nicht wirken, alle vermeintlichen Wirkungen der Massen folglich nur imaginär seyn können, was auch daraus hervorgeht, dafs ihre vermeintlichen Wirkungen, die gegenseitigen Störungen der Körper von verschiedener Masse, sich den Beobachtungen entziehen, nur nach der irrigen Theorie in der Berechnung auf dem Papier stehen, und dafs die so sehr gefürchteten Kometen, so nahe sie auch oft einem Planeten kommen, nie die mindeste Störung in Hinsicht der Bewegungen an diesem verursachen, was gewöhnlich der geringen Masse der Kometen zugeschrieben wird, was aber wohl richtiger dem Umstande zugeschrieben werden mufs, dafs die Körper im Verhältnifs ihrer Massen auf einander nicht wirken.

74.) Da nun die Erfahrungen an der Oberfläche der Erde uns die, obgleich unvollständigen, Beweise liefern, deren Bestätigung wir aber vollständig im Raume des Sonnensystems finden, dafs (tropfbar- und elastisch-) flüssige Körper von geringerer Eigenschwere, wenn sie sich nur mit der erforderlichen Geschwindigkeit bewegen, andere Körper von bedeutend gröfserer Eigenschwere mit sich fortbewegen, so kann im Allgemeinen bestimmt werden:

1) Dafs die Geschwindigkeiten, mit welchen flüssige Körper von gegebenem specifischen Gewichte sich bewegen müssen, um andere specifisch schwerere Körper, als sie selbst, mit fortzubewegen, im umgekehrten Verhältnisse mit ihrem eigenen specifischen Gewichte stehen müssen.

2) Wenn ein Körper von gegebener Eigenschwere von einem andern flüssigen Körper von bedeutend geringerer Eigenschwere fortbewegt werden soll, so mufs die Geschwindigkeit des letzteren mit der Eigenschwere des erstern im Verhältnisse stehen. Und endlich

3) wenn ein flüssiger Körper von gegebener Eigenschwere andere Körper von specifisch verschiedener Eigenschwere so fortbewegen soll, dafs sie auf ihm schwimmen, so mufs er sich mit Geschwindigkeiten bewegen, die im geraden Verhältnisse mit den Eigenschweren der zu bewegenden Körper, und im umgekehrten Verhältnisse der eigenen Eigenschwere stehen. Ist P, p die Eigenschwere der zu bewegenden Körper, S, s die Eigenschwere des bewegenden (flüssigen) Körpers und C, c die Geschwindigkeit, so mufs 1) $C : c = s : S$ seyn, 2) mufs $C : c = P : p$, folglich wird 3) auch $C : c = P s : p S$ seyn müssen.

75.) In Beziehung auf die oben (62.) dargestellte Wirkung des Aethers auf die Körper von gegebener Eigenschwere vermöge seiner Geschwindigkeit, wollen wir uns noch eine Bemerkung erlauben, die wohl zur Bestimmung der Eigenschwere (Dichtigkeit) desselben führen kann. Wäre es nämlich möglich, durch Versuche mit einer uns zugänglichen elastischen Flüssig-

keit von bekannter Eigenschwere, z. B. mit der atmosphärischen Luft, zu bestimmen, wie grofs die resp. Geschwindigkeit derselben unumgänglich seyn mufs, um einen festen Körper von bedeutend gröfserer und gegebener Eigenschwere, z. B. einen Granitblock, fortzuführen, so müfste es auch möglich werden, die Eigenschwere der ätherischen Flüssigkeit, die den Weltraum ausfüllt, zu bestimmen. Die Eigenschwere der Erde ist wenigstens annäherungsweise die Geschwindigkeit, mit welcher der Aether die Erde fortführt, ganz genau bekannt, wäre also nur die Geschwindigkeit der atmosphärischen Luft bekannt, die unumgänglich erforderlich ist, um einen Körper von gegebener bekannter Eigenschwere fortzuführen, so wäre die Aufgabe leicht. Man dürfte nur sagen: die atmosphärische Luft von einer Eigenschwere $= D$ mufs sich mit einer Geschwindigkeit $= c$ bewegen, um einen festen Körper von der Eigenschwere $= P$ fortzutragen, wie grofs mufs die Eigenschwere des Aethers $= d$ seyn, wenn er mit einer Geschwindigkeit $= c$ einen Körper von der Eigenschwere $= p$ mit sich fortführt? So viel scheint schon auf den ersten Blick klar zu werden, dafs der Aether nicht von so unbegreiflich geringer Eigenschwere ssyn kann, als es Newton nach dem Mariotteschen Gesetze berechnet hat. *)

76.) Nachdem wir uns mit der Qualität der bewegenden Centralkräfte bekannt gemacht, und sie im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen stehend gefunden und bestimmt haben, müssen

*) Fischer, Gesch. d. Ph. 4. B. S. 273.

wir uns auch noch mit einem andern Verhältnisse derselben bekannt machen. Wir haben angenommen (50.), daſs $P = F + E$, oder da $E = o$ betrachtet werden kann, daſs $P = F$ oder die Schwere = der Fliehkraft ist, und müssen untersuchen, ob dieses Verhältniſs allenthalben in einem gegebenen Systeme unabänderlich stattfindet. Wenn wir erklären, daſs die Geschwindigkeit, mit welcher eine Kugel um eine Axe sich bewegt, der Kraft, mit welcher die Theile der *Kugel zusammenhängen*, gleich ist, so sprechen wir nur von einem gegebenen Punkte f Fig. 4. an der Oberfläche der Kugel, von dem die, auf die Bewegungs-Axe herabgezogene, Senkrechte die möglichst längste ist, die sich daher mit einer gröſsern Geschwindigkeit, als jeder andere Punkt, auf der Oberfläche der Kugel bewegt, da er die gröſsten Kreise beschreibt. Die (Flieh-) Kräfte, von welchen die andern Punkte e, d, c u.s.w. mit verschiedener Geschwindigkeit bewegt werden, nehmen mit den zunehmenden Entfernungen von dem Punkte f ab, und stehen im geraden Verhältnisse mit den, von den Punkten e, d, c u.s.w. auf die Bewegungs-Axe herabgezogenen, Senkrechten, während die Kraft, mit welcher alle diese Punkte mit der Kugel zusammenhängen, gleich ist, und durch den Halbmesser bezeichnet werden kann, da jeder Halbmesser einer Kugel jedem andern Halbmesser derselben Kugel gleich ist. Sind nun die von den Punkten e, d, c u. s. w. auf die Bewegungs-Axe herabgezogenen Senkrechten die Cosinusse der Winkel (Sinus) e s f, d s f, c s f u.s.w., so sind die bewegenden Fliehkräfte aller Punkte auf einer Kugel den Cosinussen der Breite der Punkte gleich.

Das Verhältnifs der Kraft, mit welcher die einzelnen Punkte mit der Kugel zusammenhängen, zu der Fliehkraft, die die einzelnen Punkte durch die Umdrehung der Kugel um eine Axe mitgetheilt erhalten, ist also f s : Cos. f, e s : Cos. e h, d s : Cos. d i, e s : Cos.. e k u. s w. Dafs die durch die Fliehkräfte der einzelnen Punkte hervorgebrachten Geschwindigkeiten derselben, wenn die Rotations-Geschwindigkeit der Kugel der Kraft, mit welcher die einzelnen Theile derselben zusammenhängen, gleich ist, sich gerade wie die, von den Punkten auf die Bewegungs-Axe herabgezogenen, Senkrechten (wie die Cosinusse) verhalten, dagegen wenn die Rotations-Geschwindigkeit der Kugel gröfser ist als die Kraft, mit welcher die einzelnen Theile der Kugel zusammenhängen, wie eine Potenz der Cosinusse, haben wir schon oben (5. 44 ff.) gesehen, und begnügen uns, hier darauf aufmerksam zu machen.

77.) Ist nun einem, mit einer Flüssigkeit angefüllten, Raume durch die bewegende Kraft eines (Central-) Körpers, der sich um eine Axe bewegt, die Bewegung nach der Richtung dieser Bewegung mitgetheilt, so wird die Geschwindigkeit dieser, der Flüssigkeit mitgetheilten, Bewegung nur über dem Punkte f oder in der Aequatoreal-Ebene des Centralkörpers die möglichst gröfste seyn können, so grofs sie übrigens sey, da sie, wie wir oben gesehen haben, in einem umgekehrten Verhältnisse mit der Entfernung eines gegebenen Punktes von dem Centralkörper steht. In dem Punkte f′ Fig. 7. ist daher die anziehende Kraft (Schwere) der Fliehkraft, und die Wirkung der anziehenden Kraft der Wirkung der Fliehkraft

gleich. **Die anziehende Kraft** des Punktes f′ ist nicht allein eine gegebene, im umgekehrten Verhältnisse mit seiner Entfernung stehende, sondern auch der anziehenden Kraft jedes andern, in derselben Entfernung von dem Centralkörper befindlichen, Punkc′ d′ e′ u. s. w. gleich, indem diese Punkte alle nach der Richtung der Schwere in derselben Zeit dieselben Räume durchlaufen (fallen), ebenso wie an der Oberfläche der Erde ein Körper in derselben Zeit einer ersten Secunde, unter dem Aequator, in irgend einer Breite und unter dem Pole, einen gleichen Raum von etwa 15 Fufs durchläuft. **Die Fliehkraft** aller dieser, in der gleichen Entfernung mit dem Punkte f′ von dem Centralkörper befindlichen, Punkte ist aber nicht gleich; denn während der Punkt f′ eine, der Geschwindigkeit des Punktes f entsprechende, Fliehkraft mitgetheilt erhält, ist die dem Punkte d′ mitgetheilte Fliehkraft der Geschwindigkeit des Punktes d, die dem Punkte e′ mitgetheilte Fliehkraft der Geschwindigkeit des Punktes e entsprechend u. s. w. Während also die anziehende Kraft (die Schwere) aller Punkte in derselben Entfernung sich gleich bleibt, nimmt die Fliehkraft dieser Punkte ab, je mehr sie von der Aequatoreal-Ebene abweichen (je gröfser ihre Breite ist).

78.) In welcher Entfernung von irgend einem, um eine Axe sich bewegenden und diese Bewegung dem ganzen ihn umgebenden Raum mittheilenden, (Central-) Körper wir daher einen Punkt f″ in der Aequatoreal-Ebene des Körpers annehmen wollen, so wird er immer mit einer, seiner Entfernung entsprechenden und seiner specifischen anziehenden Kraft

(seiner Eigenschwere) das Gleichgewicht haltenden, Fliehkraft sich bewegen, während die, in denselben Entfernungen von dem Centralkörper sich befindenden, Punkte e'' d'' c'' u. s. w. von Fliehkräften bewegt werden, die den Cosinussen der, auf dem Centralkörper sich befindlichen, Punkte e, d, c u. s. w. entsprechen. Dieses wollen wir mit der Quantität der Fliehkraft, oder mit dem quantitativen Verhältnifs der Fliehkraft zur Schwere bezeichnen.

79.) Die Qualität der bewegenden Centralkräfte steht, wie wir oben gesehen haben, im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen der bewegten Körper von dem allgemeinen Centralkörper, so dafs in einer gegebenen Entfernung nur eine und dieselbe Qualität der Kräfte seyn kann. Die Fliehkraft aller Punkte eines gegebenen Raumes ist der Schwere in jeder Entfernung in qualitativer Hinsicht gleich; als Quantität aber betrachtet, nur in der Aequatoreal-Ebene; denn die Quantität der Fliehkraft jedes andern Punktes verhält sich zu der Fliehkraft eines, in gleicher Entfernung in der Aequatoreal-Ebene befindlichen, Punktes wie der Cosinus der Breite des ersten zu dem Halbmesser. Ist nämlich f', f'' die Entfernung zweier Punkte von dem Centralkörper, e', c'' die Abweichung dieser Punkte von der Aequatoreal-Ebene des Centralkörpers, so ist die Qualität der Kräfte der beiden Punkte e', c'', die wir P, p nennen wollen, $P : p = f's : f''s$; die Quantität der Fliehkraft dieser beiden Punkte aber, oder die Menge der durch die Entfernung gegebenen Qualität der Fliehkraft, die wir F, f nennen wollen, $F : f = \text{Cos.}\, e' : \text{Cos.}\, c''$, und endlich die beiden Centralkräfte C, c, von wel-

chen die Punkte e', c'' bewegt werden, da $e's = f's$ und $c''s = f''s$ ist, $C : c = e''s \text{ Cos. } e' : c's \text{ Cos. } c''$.

80.) Ist nun $e's = f's$ und $c''s = f''s$, so wie $e's : e'm' = es : em$, und $c''s : c''n' = cs : cn$ ist, und nehmen wir $e's$ und $f's = d$, $c''s$ und $f''s = D$, so ist in derselben Entfernung von dem Mittelpunkt s die Qualität der bewegenden Kräfte immer dieselbe; die Quantität der Fliehkraft aber, bei gegebener Qualität, nur dem Cosinusse der Breite eines dieser Punkte gleich, und *also auch ganz allgemein* für jede zwei der in der Wirkungssphäre eines Centralkörpers befindlichen Punkte x, y, z, Fig. 8., wenn wir $xs = d$ und $ys = D$ setzen, oder $ys = d$ und $zs = D$ setzen, das quantitative und qualitative Verhältniſs der bewegenden Centralkräfte $C : c = d \text{ Cos. } x : D \text{ Cos. } y$ oder $C : c = d \text{ Cos. } y : D \text{ Cos. } z$, und endlich $C : c = d \text{ Cos. } x : D \text{ Cos. } z$, oder die Qualität und Quantität zweier gegebenen Punkte (Körper eines Systems) steht im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen von dem Centralkörper, und im geraden Verhältnisse der Cosinusse der Breite der Körper in Beziehung auf die Aequatoreal-Ebene des Centralkörpers. Hiemit ist dann die einfachste Form für das qualitative und quantitative Verhältniſs der bewegenden Centralkräfte gegeben; bald werden wir noch sehen, wie in Folge der, in einer gegebenen gleichen Entfernung qualitativ verschiedenen, Fliehkraft auch die bis jetzt als qualitativ und quantitativ gleich angenommene Schwere sich ändert, und daher besonders berücksichtigt werden muſs.

Darstellung der durch die quantitativ verschiedenen Centralkräfte hervorgebrachten Bewegungen in Bahnen von verschiedener Gestalt.

81.) Wir haben angenommen, dafs durch die Rotation des Centralkörpers eines gegebenen (Körper-) Systems dem ganzen Raume, der Wirkungssphäre desselben, eine Fliehkraft mitgetheilt wird, durch welche jeder einzelne Punkt dieses Raumes verhindert wird, nach der Richtung der Schwere in geraden Linien sich dem Centralkörper zu nähern (gegen ihn zu fallen), und daher gezwungen ist, in krummen Linien um ihn sich zu bewegen (oder an ihm vorbeizufallen). Denken wir uns aber die Wirksamkeit der Fliehkraft aufgehoben, und die Schwere allein wirksam, ohne jedoch das oben (21.) dargestellte und nur durch die Gegenwirkung der Fliehkraft verzögerte Zusammenfallen des Raumes durch die Wirkung der Schwere zu gestatten, so wird jeder einzelne Punkt x, y, z, Fig. 9., eines gegebenen Raumes nach der Richtung der Schwere, ganz ohne Berücksichtigung der Lage dieser Punkte gegen den Centralkörper, oder die Aequatoreal-Ebene desselben, so wie des ganzen Raumes, in gerader Linie dem Centralkörper sich nähern (gegen ihn fallen). Der Punkt x fällt in der geraden Linie x s, der Punkt y in der Linie y s, und der Punkt z in der Linie z s, weil, nach aufgehobener Fliehkraft, nichts die Bewegung nach der Richtung der Schwere, die nichts anders ist als das Bestreben

des Raumes, aufzuhören Raum zu seyn, verändern kann.

82.) So grofs oder so klein auch die anfängliche Qualität der Schwere irgend eines Punktes, z.B. des Punkts x, im umgekehrten Verhältnisse seiner Entfernung von dem Mittelpunkte des ganzen Körper-Systems s, seyn mag, so wird die durch dieselbe hervorgebrachte Geschwindigkeit, indem der Punkt dem Mittelpunkte sich nähert, gegen ihn fällt, nach den *bekannten Fallgesetzen beschleunigt*, und der Punkt x erreicht in einer gegebenen Zeit den Centralpunkt s mit einer gegebenen Endgeschwindigkeit. Ist nun in dem Centralpunkte s ein wirklicher (Central-) Körper vorhanden, so fällt der Punkt (Körper) x mit seiner erlangten Endgeschwindigkeit auf ihn, und jede Betrachtung über ihn hört mit dem Aufhören seiner abgesonderten Existenz und seiner selbstständigen Bewegung auf, indem er fortan nur noch als Aggregattheil des Centralkörpers betrachtet werden kann.

83.) Denken wir uns aber in dem Mittelpunkte eines gegebenen Körpersystems nicht einen wirklichen, Widerstand leistenden, Körper, sondern nur einen (mathematischen) Punkt, wie denn allerdings ein körpersystem gedacht werden kann, in welchem in einer gegebenen Periode kein Centralkörper vorhanden ist (28.), also ein Körpersystem ohne Centralkörper auch möglich ist, so wird der, mit einer gegebenen Endgeschwindigkeit in dem Mittelpunkte s angekommene, Punkt x in diesem nicht plötzlich stehen bleiben, sondern mit der gegebenen Endgeschwindigkeit sich in der ursprünglichen Richtung weiter fortbewegen. In-

dem er sich aber nach der ursprünglichen Richtung fortbewegt, sich also von dem Mittelpunkte s des Systems wieder entfernt, nimmt seine in s erlangte Geschwindigkeit nicht mehr zu, sondern sie wird verzögert und dieses so lange, bis seine Geschwindigkeit wieder seiner ursprünglichen Geschwindigkeit in dem Punkte x gleich ist. Der Punkt x befindet sich in einem solchen Falle, wie die Kugel eines Pendels, die von dem Punkte a, Fig. 10., bis zum Punkte c herabgesunken ist, hier in dem Punkte c nicht in Ruhe verharrt, sondern mit der in c erlangten Endgeschwindigkeit ihre Bewegung fortsetzt und sich bis b erhebt. Gerade so mufs der in dem Punkte s mit einer gegebenen Endgeschwindigkeit angekommene Punkt x sich wieder mit der Endgeschwindigkeit von dem Mittelpunkte s entfernen, bis er eine, der Entfernung s x entsprechende, Entfernung s x′ erreicht hat.

84.) In dem Punkte x′ hebt wieder die der Entfernung entsprechende Schwere an, auf den Körper zu wirken, und bewegt ihn mit beschleunigter Geschwindigkeit gegen den Mittelpunkt s, aber auch wieder aus diesem Punkte durch die hier erlangte Endgeschwindigkeit mit allmälig verzögerter Geschwindigkeit bis zum Punkte x, wo dann wieder die Wirkung der ursprünglichen Schwere den Körper von x nach s u. s. w. bewegt. Jeder andere Punkt (Körper), y, z, jedes gegebenen Systems würde, von der Schwere allein bewegt, in vollkommen ähnlichen geradlinigten Bahnen sich bewegen, in welcher verschiedenen Lage, in Hinsicht auf die allgemeine Aequatoreal-Ebene oder die Rotationsaxe des ganzen Systems, er sich

auch befinden möchte. Die gerade, von jedem durch die Schwere allein bewegten Körper beschriebene, Linie wird durch den Centralpunkt s des ganzen Systems in zwei ganz gleiche Theile getheilt, und durch die Wirkung der Schwere wird jeder Körper in der einen Hälfte dieser geraden Linie von x bis s dem Centralkörper genähert, in der andern Hälfte dagegen durch die Wirkung derselben Schwere, vermöge welcher er nur die in s erlangte Endgeschwindigkeit *erlangen konnte*, wieder von dem Centralkörper entfernt. Es bringt also die, auf die Körper eines gegebenen Systems wirkende, Schwere, deren Richtung immer gegen den Centralkörper gehend angenommen wird, in Beziehung auf diesen, auch Bewegungen in entgegengesetzter Richtung hervor, welche Thatsache wir hier besonders hervorheben wollen, da wir bald von ihr eine wichtige Anwendung machen werden.

85.) Von dieser geradlinigten, nach dem Mittelpunkte mit beschleunigter und von dem Mittelpunkte mit verzögerter Geschwindigkeit gehenden, Bewegung werden nun alle einzelnen (schweren Körper) Punkte eines gegebenen Raumes durch die Wirkung der, durch die Umdrehung des Centralkörpers dem ganzen umgebenden Raume und aller in derselben enthaltenden untergeordneten (Körpern) Punkten dieses Raumes mitgetheilten Fliehkraft abgelenkt, es mag in dem Mittelpunkte des gegebenen Raumes ein wirklicher (Central-) Körper vorhanden seyn, oder nur ein mathematischer Punkt. Da aber alle Punkte x y z eines gegebenen Raumes von der Schwere in geraden, von jedem einzelnen Punkte nach dem Mittel-

punkte (des Centralkörpers) des Systems gehenden, Linien getrieben werden, so müssen sie, wenn auch noch die ihnen mitgetheilte Fliehkraft auf sie wirkt, krummlinigte Bahnen beschreiben in Ebenen, in welchen auch die Linien x s, y s u. s. w. liegen, und auf welchen eine, durch jeden einzelnen Punkt und die Rotationsaxe des ganzen Systems gelegte, Ebene senkrecht stehen würde. Würden die einzelnen Punkte eines Körpersystems dagegen nicht gegen den Mittelpunkt *desselben, sondern senkrecht* auf die allgemeine Rotationsaxe ss von x nach x″, von y nach y″, Fig. 8, u. s. w. von der Schwere getrieben, während zugleich die Fliehkraft auf sie wirkte, so würden sie sich in Bahnen bewegen, die mit der Aequatoreal-Ebene des Centralkörpers parallel und vollkommen kreisförmig wären. (Obgleich das hier Erklärte aus dem schon früher Gesagten deutlich hervorgeht, so habe ich es doch für nothwendig gefunden, es besonders hervorzuheben, weil ein Physiker, Herr Fr. P. d. S., dem ich meine Ansicht über die Fliehkraft mitgetheilt hatte, mir den Einwurf machte: daſs bei der Annahme einer solchen Fliehkraft die Planeten im Sonnensysteme parallele Bahnen beschreiben müſsten.)

86.) Nachdem wir uns mit der Qualität und Quantität der bewegenden Centralkräfte jedes gegebenen Raumes, so wie mit ihrer besonderen Wirkung, bekannt gemacht haben, wollen wir zur Betrachtung der Wirkung dieser Kräfte auf einen gegebenen Punkt (Körper) eines gegebenen Raumes übergehen. Betrachten wir zuerst den einfachsten Fall, wenn nämlich die Qualität der bewegenden Centralkräfte gegen einander im Gleichgewicht steht, wie es nur in der

Aequatoreal-Ebene eines bewegenden Centralkörpers stattfinden kann (80.). Es befinde sich der Punkt a Fig. 12. in der Aequatoreal-Ebene eines Centralkörpers s Fig. 11., bewegte er sich durch die Wirkung der Schwere allein nach der Richtung derselben gegen den Centralkörper s, so würde er in einer gegebenen Zeit durch den Raum a b Fig. 12. gehen. Wirkte die dem Punkte a mitgetheilte Fliehkraft allein auf ihn, so würde er nach der Richtung derselben in derselben gegebenen Zeit den Raum a c zurücklegen. Da aber der Punkt a weder der einen noch der andern Kraft allein folgen kann, sondern der gemeinschaftlichen Wirkung beider folgen mufs, so durchläuft er in der gegebenen Zeit die Diagonale a d des über die Linien a b und a c beschriebenen Parallelograms a b c d.

87.) In dem Punkte d ist der Körper wieder gerade in derselben Entfernung von dem Mittelpunkte des Centralkörpers, wie in dem Punkte a, was nicht möglich und gegen die Voraussetzung wäre, wenn die beiden bewegenden Centralkräfte einander nicht vollkommen das Gleichgewicht hielten und die Wirkung der Schwere nicht immer durch die Gegenwirkung der Fliehkraft dergestalt aufgehoben würde, dafs der Punkt in jedem kleinsten Zeittheile in derselben gleichen Entfernung von dem Centralkörper (obgleich nicht an demselben Orte) verharren müfste. Aus dem Punkte d wird der bewegte Punkt, da in derselben Entfernung auch die Qualität der bewegenden Kräfte dieselbe ist, gleichförmig in ähnlichen und gleichen Zeittheilen dem Raum a d ähnliche Räume durchlaufen, also sich nach und nach in den Punkten

e, f, u. s. w. befinden und so in einer bestimmten Zeit einen vollständigen, in sich selbst zurücklaufenden, Kreis mit immer gleichbleibender Geschwindigkeit beschreiben.

88.) Es befinde sich ferner ein von den beiden Centralkräften bewegter Punkt irgend wo aufserhalb der Aequatoreal-Ebene W O, Fig. 11., des bewegenden Centralkörpers in der Breite l. Ist nun auch die Quantität der Schwere des hier angenommenen Punktes = der Quantität der Schwere eines andern Punktes in der Aequatoreal-Ebene in derselben Entfernung, weil überhaupt die Quantität der Schwere aller, in einer und derselben Entfernung befindlichen, Punkte gleich ist (66.), also durch die Entfernung (den Radius) bezeichnet werden kann, so ist doch die Quantität der, auf diesen Punkt wirkender, Fliehkraft nicht der Quantität der Schwere gleich, sondern sie verhält sich zu dieser wie der Cosinus zum Radius, wie die Linie l n zu der Linie l s.

89.) Wird nun dieser in der Breite l befindliche Punkt von den quantitativ ungleichen Centralkräften bewegt, so wird er zwar nach der Richtung der Schwere einen Raum a b Fig. 13. zurücklegen, der dem Raum a b Fig. 12. gleich ist, weil, wie wir hier vorläufig annehmen wollen, die Quantität der Schwere in beiden Fällen gleich ist. Nach der Richtung der Fliehkraft wird er aber einen Raum a c Fig. 13. zurücklegen, der sich zu dem Raume a c Fig. 12. verhält wie das Quadrat der Cosinus l n zu dem Quadrat des Halbmessers (Radius) W s = l s Fig. 11., weil überhaupt die Wirkung jeder bewegenden Kraft, die Bewegung, die durch die Gröfse des zurückgeleg-

ten Raumes gemessen wird, sich wie das Quadrat der Kraft verhält (54.). Da nun des Cosinus Quadrat kleiner als des Radius Quadrat ist, also die dem Körper mitgetheilte Fliehkraft der Schwere desselben nicht mehr vollkommen das Gleichgewicht halten kann, so wird der Körper, wenn er, beiden Kräften zugleich folgend, die Diagonale a d (des über die Linien a b und a c Fig. 13. beschriebenen Parallelogramms a b c d) zurückgelegt hat und in d angelangt ist, sich auch um *eine bestimmbare Gröfse* dem Centralkörper in s genähert haben, also in d sich nicht mehr in derselben Entfernung, wie in a, von dem Centralkörper befinden.

90.) Wenn sich aber der bewegte Körper in dem Punkte d dem Centralkörper genähert hat, so hat sich auch die Qualität seiner bewegenden Kräfte geändert und namentlich vergröfsert, weil überhaupt die Qualität der bewegenden Centralkräfte, so klein übrigens der Unterschied sey (44. u. folg.), im umgekehrten Verhältnisse der Entfernung steht. Es wird sich daher der Körper aus dem Punkte d nach den Richtungen der beiden, übrigens im ursprünglichen Verhältnisse quantitativ ungleichen, Kräfte durch einen, der Qualität der Kräfte entsprechenden, gröfsern Raum bewegen, der nach der Richtung der Schwere der Linie d f und nach der Richtung der Fliehkraft der Linie d g gleich ist. Jede einzelne dieser Linien d f und d g des Parallelogramms d f e g ist den entsprechenden Linien a b und a c des Parallelogramms a b c d ähnlich, aber nicht gleich, denn sie verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen der Punkte a und d; sind R, r, die Entfernungen der Körper in dem Punkte

a und d, so ist $df : ab = r^2 : R^2$ und auch $dg : ac = r^2 : R^2$. Gegen einander stehen aber auch noch die Linien df und dg in dem ursprünglichen quantitativen Verhältnisse, und die Linie dg verhält sich zu der Linie df wie die Linie ac zu der Linie ab, $dg : df = ac : ab$. Der in der Diagonale de sich bewegende Körper bewegt sich daher nicht allein mit gröfserer Geschwindigkeit als in der Linie ad, sondern hat sich, in e angelangt, auch wieder um eine bestimmbare Gröfse dem Centralkörper in s genähert.

91.) Verfolgt man diese Betrachtungen weiter, so findet man, dafs der bewegte Körper in jedem der auf einander folgenden gleichen Zeittheilchen sich in den Punkten h, i u. s. w. um eine ähnliche bestimmbare Gröfse dem Centralkörper in s genähert haben wird, dafs die Qualität der bewegenden Centralkräfte im Verhältnifs dieser Annäherung gröfser wird, und dafs also der bewegte Körper aus jedem der einzelnen Punkte, in der Reihe wie sie aufeinander folgen, mit immer gröfserer Geschwindigkeit sich weiter bewegen wird. Der Körper nähert sich daher mit immer gröfserer Geschwindigkeit dem Centralkörper bis zu einem Punkte p, der in der Linie der anfänglichen Richtung as der Schwere des Körpers in a liegt, so dafs dem Centralkörper s sich irgend wo in der geraden Linie zwischen den Punkten a und p befindet. In diesem Punkte p hat der Körper seine gröfste Nähe an dem Centralkörper s, die er, seiner Lage in der Breite l, Fig. 11., und den auf ihn wirkenden quantitativ ungleichen Kräften entsprechend, erreichen kann, wirklich erreicht, wovon wir die Ursache näher betrachten müssen.

92.) Die beiden quantitativ ungleichen Kräfte, die auf den bewegten Körper einwirken, halten einander nicht mehr das Gleichgewicht, der Körper nähert sich daher, wie aus der oben angegebenen Construction erhellt, in jedem einzelnen Zeitmomente um irgend eine Gröſse, nach der Richtung der quantitativ gröſseren Kraft, dem Centralkörper. Die Gröſse, um welche sich der bewegte Körper in jedem einzelnen Zeitmomente dem Centralkörper wirklich nähert, muſs, da *überhaupt die Wirkung* jeder bewegenden Kraft sich wie das Quadrat derselben verhält (54.), gleich dem Quadrate der (bewegenden Kraft der) Schwere, weniger dem Quadrat der (bewegenden Kraft der) Fliehkraft, oder, da die Schwere des Körpers in l Fig. 11. sich zu seiner Fliehkraft verhält, wie der Halbmesser l s = w s zu dem Cosinus l n, so muſs jene Gröſse, um welche sich der Körper in jedem Zeitmomente dem Centralkörper nähert $= l s^2 = W s^2 - l n^2$ seyn. Ist aber während der ganzen Bewegung des Körpers von a bis p Fig. 13. die Annäherung desselben gegen den Centralkörper in s in jedem einzelnen, gröſseren oder kleineren, Zeitmomente gleich $l s^2 - e n^2$, so muſs auch die Summe aller Annäherungen in den einzelnen Zeitmomenten während der Bewegungen von a nach $p = l s^2 - l n^2$ seyn und der Körper wird sich im Punkte p Fig. 13. dem Centralkörper in s wirklich um so viel genähert haben müssen, als Fig. 11. $l s^2 > l n^2$ ist. Die Entfernung eines Körpers in p von dem Centralkörper in s muſs also im quantitativen Verhältnisse der Centralkräfte, welche, wie wir gesehen haben, von der Breite des Körpers, in Beziehung auf die Aequatoreal-Ebene

des Centralkörpers, abhängt, genau gegeben seyn. Ist daher die Breite eines Körpers irgend eines Systems gegeben, so läſst sich das Verhältniſs der Linie as zu der Linie ps Fig. 13. oder das Verhältniſs des Apocentrum zum Pericentrum bestimmen und ist das Verhältniſs des Apocentrums zum Pericentrum der Bahn eines Körpers gegeben, so läſst sich umgekehrt die Breite (die Abweichung von der Aequatoreal-Ebene des Centralkörpers) desselben bestimmen.

93.) In den Punkt p Fig. 13. ist der bewegte Körper gelangt, indem er durch die stetige Wirkung der Fliehkraft von der Richtung der Schwere stetig abgelenkt ist. Er wäre aber auch nach diesem Punkte p gekommen, wenn er sich durch die alleinige Wirkung der Schwere, zuerst mit beschleunigter Geschwindigkeit von a nach s Fig. 13. und dann wieder mit verzögerter Geschwindigkeit von s noch nach p, bewegt hätte (83.).

In diesem Punkte p kann der durch die vereinte Wirkung der Schwere und Fliehkraft hingekommene Körper also auch betrachtet werden, als wenn er durch die Wirkung der Schwere allein, erst mit beschleunigter Geschwindigkeit von a nach s sich bewegt, von s bis p sich aber schon wieder mit verzögerter Geschwindigkeit entfernt hätte, und nun in dem Punkt p dieselbe Geschwindigkeit noch habe, die er vorher durch den freien Fall von a bis y erlangt haben würde. Mit dieser Geschwindigkeit, die er durch den freien Fall durch den Raum ay nach der Richtung der Schwere erlangt hätte, müſste er durch einen Raum px sich wieder gegen die Richtung der Schwere

von dem Centralkörper mit verzögerter Geschwindigkeit entfernen, bis er den Punkt x erreicht hätte.

94.) Da aber auch in dem Punkte p die Fliehkraft nicht aufhört, auf den von p nach x gegen die Richtung der Schwere sich zu entfernen strebenden Körper zu wirken, so bewegt sich der Körper zwar nach der, der Richtung der Schwere entgegengesetzten, Richtung, p x aber auch zugleich nach der Richtung der Fliehkraft, und entfernt sich aus dem Punkte p von dem Centralkörper, ebenfalls mit verzögerter Geschwindigkeit, in einer krummen Linie p a, die der Linie a p, in welcher er sich dem Centralkörper vorher genähert hatte, ähnlich ist, bis an den Punkt a, der sich in gleicher Entfernung mit dem Punkte x von dem Centralkörper befindet.

95.) Aus dieser Betrachtung über die gemeinschaftliche Wirkung der Schwere und Fliehkraft auf einen Körper, auf den diese quantitativ ungleichen Kräfte wirken, geht hervor, dafs ein in einer elliptischen Bahn sich bewegender Körper nur wirklich während seiner Bewegung aus dem Apocentro (Mittelpunktsferne) bis zum Pericentrum (Mittelpunktsnähe) gegen seinen resp. Centralkörper schwer ist, und aus jedem Punkte a, d, e u. s. w., Fig. 13., dieses Theils seiner Bahn, wenn die Fliehkraft auf ihn zu wirken aufhörte, in den geraden Linien a s, d s, e s u. s. w. gegen den Centralkörper fallen würde, in dem andern Theil der Bahn von dem Pericentro bis zum Apocentrum dagegen weder gegen den Centralkörper schwer ist, noch gegen ihn fällt, sondern vielmehr aus jedem Punkte p, q, r u. s. w. dieses Theils seiner Bahn, wenn die Fliehkraft auf ihn zu wirken aufhörte, in den

geraden Linien p x, q x′ r x″ u. s. w. von dem Centralkörper sich entfernen würde (82. 84.). So wie also der Körper durch die Wirkung der Fliehkraft verhindert wird, von a nach y in gerader Linie gegen den Centralkörper zu fallen, so wird er durch die Wirkung derselben Fliehkraft verhindert, in der, der Schwere entgegengesetzten, Richtung von p nach x in gerader Linie sich zu entfernen.

96.) In welcher beliebigen Breite man auch einen bewegten Körper annehmen wolle, immer wird sich aus der bekannten Breite die elliptische Gestalt der Bahn desselben, oder das Verhältniſs des Apocentri zum Pericentrum desselben (92.) bestimmen, und das Entfernen aus dem Pericentro nach dem eben (94. 95.) Gesagten erklären lassen. Befände sich ein Körper in der Breite k, Fig. 11., so würde zwar die Qualität der bewegenden und auf ihn einwirkenden Centralkräfte in diesem Punkte eben so groſs seyn, als in den Punkten w und l, weil er sich mit diesen beiden Punkten in einer gleichen Entfernung befindet (51.); die Differenz des quantitativen Verhältnisses derselben wäre aber sehr groſs. Die Quantität der Schwere wäre nämlich auch in dem Punkte k = dem Halbmesser, also gleich der Linie k s = W s, die Fliehkraft aber, die in dieser Breite einem Körper mitgetheilt wird, nur gleich dem Cosinus des Punktes k = der Linie k m. Die Quantität der Fliehkraft eines Körpers in k wird daher der annähernden Bewegung desselben nach der Richtung der Schwere noch weniger Widerstand leisten, der Körper also während der Bewegung in seiner Bahn von a nach p, Fig. 13., in jedem einzelnen Zeitmomente um die

Gröfse k s^2 — k m^2 sich dem Centralkörper nähern (92.), und der Punkt p in der Bahn dieses Körpers aus k, dem Centralkörper noch näher rücken, als der Punkt p in der Bahn des Körpers aus l. Der Körper k wird in dem Punkte p seiner Bahn in dem Verhältnisse dem Centralkörper in s sich genähert haben, in welchem das Quadrat des Halbmessers k s gröfser als das Quadrat des Cosinus k m ist; also seine Annäherung wird seyn = k s^2 — k m^2, und wenn *k* s^2 = *dem Apocentri ist*, so *ist k* m^2 = dem Pericentro. Aus dem Punkte p wird dann der Körper k durch die entgegengesetzte Wirkung der Schwere und die fortdauernde Wirkung der Fliehkraft bis zu der ursprünglichen Entfernung a von dem Centralkörper (82. 84. 94. 95.) sich wieder entfernen.

97.) Es ist ohne weitere Erklärung einleuchtend, dafs die Bewegungen und Bahnen aller Körper eines gegebenen Raumes, dem durch die Axendrehung eines Centralkörpers eine Fliehkraft mitgetheilt worden, nach dem Vorhergehenden bestimmt werden können, in welcher Breite, in Hinsicht auf die Aequatoreal-Ebene des Centralkörpers und des ganzen Raumes, sie sich übrigens befinden mögen, so dafs an der Bestimmung nichts zu ändern ist. Die in der möglichst gröfsten Breite = 90°, also in der Linie der Rotations-Axe des Centralkörpers und des ganzen Systems, befindlichen Körper nur, auf welche keine Fliehkraft mehr wirkt, werden allein in geraden Linien von der Schwere gegen den Mittelpunkt des Raumes sich bewegen, und wenn in diesem ein wirklicher (fester) Körper sich befindet, auf diesen nie-

derfallen, ist ein solcher aher nicht vorhanden, wie oben (82. 84.) beschrieben, sich fortbewegen.

98.) In einem gegebenen (Welt-) Körpersysteme, dessen Raum durch einen, einst vorhanden gewesenen und in einer spätern Periode sich wieder bildenden, Centralkörper (von dieser Bildung später) in Bewegung gesetzt ist (eine Fliehkraft mitgetheilt erhalten hat), sind aber auch, nach unserer Darstellung, die möglichen Gestalten der Bahnen aller Körper von dem *vollkommenen Kreise (in der Aequatoreal-Ebene* des Centralkörpers), durch Ellipsen von allen Excentricitäten (im Verhältnifs der Breite) bis zur einfachen geraden Linie (in der Rotationsaxe der Centralkörper), genau abgemessen und unabänderlich; Bahnen von anderer Gestalt, als die hier beschriebenen, sind ganz undenkbar. Bei der gegebenen Lage eines Körpers irgend eines Systems ist die ursprüngliche Gestalt der von ihm zu beschreibenden Bahn ebenfalls gegeben, von der er nicht abweichen kann. Doch ist diese gegebene Gestalt der Bahn eines Körpers, in Hinsicht auf seine Lage gegen den Centralkörper des Systems, zu dem er gehört, nur insofern dieser als der unbewegliche, seinen Ort nicht verändernde, Mittelpunkt des Systems betrachtet wird, anzusehen. Wird der Centralkörper eines gegebenen Systems als seinen Ort verändernd, im Raume fortschreitend oder um einen höhern Centralkörper sich bewegend gedacht, so kann die Bahn eines ihm untergeordneten Körpers, von dem höhern Centralkörper betrachtet, sich in ganz anderer Gestalt darstellen. Der Mond beschreibt z. B. um die Erde, von dieser betrachtet, eine Ellipse von gegebener Gestalt; von der Sonne

gesehen dagegen eine unregelmäfsige Cycloide. Alle Körper eines gegebenen Systems werden daher, insofern man sie sich in einen gegebenen Raum um den Mittelpunkt desselben allein, oder zugleich mit diesem Mittelpunkte in einem gröfsern Raume sich bewegend denkt, Bahnen von verschiedener Gestalt zu beschreiben scheinen, was aber in den Kreis unserer Betrachtungen gar nicht gehört, da wir uns nur mit den Bewegungen der Körper eines gegebenen Systems *in Beziehung* auf den Mittelpunkt desselben beschäftigen, der übrigens als unbeweglich angenommen wird.

99.) Die Excentricität einer Bahn ist ein Begriff, mit welchem die Gestalt derselben bezeichnet wird, dessen wir uns hier auch bedient haben, und über welchen wir uns erklären müssen, da die Bedeutung desselben in unserer Darstellung eine andere, als die in den mathematischen Lehrbüchern ist. Der Punkt c, Fig. 13., ist, nach diesen, der Mittelpunkt der Ellipse; die Entfernung $cs = cs'$ der beiden Brennpunkte der Ellipse ss', in deren einem jedesmal der Centralkörper eines Systems sich befindet, heifst die Excentricität, weil der Ort des Centralkörpers von diesem Mittelpunkte der Ellipse um cs abweicht. In unserer Darstellung haben wir einen Mittelpunkt der Ellipse c, und einen zweiten Brennpunkt derselben s' ganz unberücksichtigt gelassen: wir kennen diese beiden Punkte gar nicht, und bedürfen ihrer nicht, da die Gestalt der Bahn in dem quantitativen Verhältnisse der bewegenden Centralkräfte gegeben ist. Je gröfser die Differenz der Quantität der bewegenden Kräfte ist, desto näher rückt (fällt) der

bewegte Körper gegen seinen resp. Centralkörper, und dieser Raum, um welchen ein Körper wirklich sich seinem, in dem Mittelpunkte des Systems befindlichen, Centralkörper genähert hat, ist das, was wir Excentricität nennen, und was mit dem Mittelpunkte der Ellipse und, obgleich sich der Centralkörper in einem Brennpunkte der elliptischen Bahn befindet, mit dem andern Brennpunkte derselben nichts zu thun hat.

100.) Dieser Raum, um welchen sich jeder Körper nach seiner resp. Lage, im Verhältnifs der quantitativ ungleichen Kräfte, seinem Centralkörper nähert, ist = der Linie p x, Fig. 13. Es ist nämlich $px + ps = sa$, und folglich $sa - ps = px$ die Gröfse, um welche sich wirklich der Körper dem Centralkörper in p genähert hat. Es ist aber *auch* $px + ps = ss' + s'a$, und $sa = s'p$, so wie $sa - s'a = s'p - sp = sx - sp$, folglich auch $ss' = px$, daher dann die wirkliche Annäherung eines Körpers an seinen Centralkörper oder die Excentricität, von der wir sprechen, = dem Raume zwischen beiden mathematischen Brennpunkten einer Ellipse gleich dem Doppelten jener Excentricität ist, von welchem in den mathematischen Lehrbüchern die Rede ist. Die Benennung "Excentricität" bezeichnet daher, nach unserer Darstellung, nicht die Gröfse, von welcher in den mathematischen Lehrbüchern gesprochen wird, indem hier nicht die Rede ist von der Abweichung des unbeweglichen Centralkörpers von einem angenommenen veränderlichen Mittelpunkte der Ellipse, sondern von der Abweichung der Bahn eines beweg-

ten Körpers von der kreisförmigen Bahn um den Centralkörper, daher denn auch die Gröfse s s′ = p x, in Stelle der Bennennung Excentricität, sehr viel zweckmäfsiger mit der Abweichung der Bahn vom Kreise bezeichnet werden könnte. Um aber kein neues Wort zu bilden, wollen wir die einmal angenommene Benennung mit der gegebenen Erklärung beibehalten.

101.) Nachdem wir uns mit der Wirkung der qualitativ gleichen, und quantitativ ungleichen Kräfte bekannt gemacht und gesehen haben, wie hauptsächlich durch die abnehmende Quantität der Fliehkraft die Gestalt der, von den Körpern eines jeden Systems beschriebenen, Bahnen bedingt wird, müssen wir noch untersuchen, welcher Veränderung, bei veränderter Quantität der Fliehkraft, die wahre Quantität der Schwere unterworfen seyn kann. Gehen wir von der Betrachtung aus, dafs die Quantität der Fliehkraft, wenn sie der Quantität der Schwere (welche beiden Kräfte wir übrigens, wie immer, als qualitativ gleich annehmen und annehmen müssen), vollkommen das Gleichgewicht halten soll, sie diesen vollkommen gleich seyn müsse; ist die Schwere = 1, so mufs auch die Fliehkraft = 1 seyn. Durch diese vollkommene Gleichheit der Fliehkraft mit der Schwere, wird die Wirkung der Letzteren, das Fallen eines bewegten Körpers durch den Raum a b, Fig. 12., genau aufgewogen, indem während des Falles durch den Raum a b der Körper durch die Wirkung der Fliehkraft von a nach c geworfen wird, wo er sich wieder in derselben Entfernung, wie in dem Punkte a, von dem Centralkörper befindet.

102.) Es nimmt aber die Quantität der Fliehkraft mit den abnehmenden Cosinussen ab. So klein diese Abnahme der Quantität der Fliehkraft auch seyn mag, immer wird sie nach der Abnahme kleiner als 1, also $= 1 - x$ seyn. Durch diese verminderte Quantität der Fliehkraft $= 1 - x$ wird ihre Wirkung, die Bewegung nach der Richtung a c, Fig. 13., vermindert, wie wir oben (89.) gesehen haben. Ist aber die Quantität der Fliehkraft um die Gröſse x vermindert, so wird nicht allein ihre Wirkung, die Bewegung nach der Richtung a c, sondern auch die Gegenwirkung, die sie der Schwere entgegensetzt, vermindert, und die Wirkung der Schwere, die wir bis jetzt immer $= 1^2 = ab$ angenommen haben, wird gröſser als $1^2 = ab$, sie wird $= (1 + x)^2 = ab + x = ag$ werden. Um wie viel die Quantität der Fliehkraft der Körper abnimmt, ist in dem Verhältnisse des Cosinusses der Breite jedes Körpers zu dem Halbmesser gegeben, und die Quantität der Fliehkraft ist wirklich um so viel kleiner als die Quantität der Schwere um wie viel der Cosinus der Breite eines Körpers kleiner als der Radius ist; also Rad. — Cos. die Gröſse x, um welche die Fliehkraft kleiner als die Schwere wird. Ist aber Rad. — Cos. die Gröſse x, um welche die Quantität der Fliehkraft wirklich kleiner geworden ist, so muſs auch um dieselbe Gröſse die wirkliche Quantität der Schwere gröſser geworden, und $=$ R $+$ Rad. — Cos. seyn. Die Wirkungen dieser beiden Kräfte, d. h. die Bewegungen nach der Richtung dieser beiden Kräfte von a nach c und von a nach b, Fig. 13., müssen daher sich verhalten, wie $\text{Cos.}^2 : (\text{R} + \text{R} - \text{Cos.})^2$. Es ist aber

$R^2 = Sin.^2 + Cos.^2$; also ist $R^2 - Cos.^2 = Sin.^2$ und $R^2 + R^2 - Cos. = R^2 + Sin.^2$, also die Gröfse, um welche zu gleicher Zeit die Wirkung der Quantität der Schwere zu-, und die Wirkung der Quantität der Fliehkraft abnimmt, $= Sin.^2$ der Breite, in welcher der bewegte Körper sich befindet. Befindet sich der Körper in einer Breite, wo der Cos. = o ist, also 90° von der Aequatoreal-Ebene entfernt, so ist die Quantität der Fliehkraft = o, die Quantität der Schwere aber = R + Sin. tot., und da der Radius = 1 angenommen wird, und Sin. tot. = R ist, so ist die Quantität der Schwere = 1 + 1 = 2; befindet sich der Körper dagegen in einer Breite, wo der Cos. = Rad. ist, also o° von der Aequatoreal-Ebene entfernt oder in dieser selbst, so ist die Quantität der Fliehkraft = der Quantität der Schwere und diese = R = 1.

103.) Da die qualitativ und quantitativ gleichen Centralkräfte der Körper im umgekehrten Verhältnisse mit den Entfernungen von dem Centralkörper stehen (80.), und die Wirkungen nach der Richtung jeder einzelnen der beiden gleichen Kräfte im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen, so mufs die gemeinschaftliche Wirkung derselben (die Geschwindigkeit in der Bahn) in der Diagonale a d, Fig. 12., im umgekehrten Verhältnisse der Quadratwurzeln der Entfernungen stehen. Dieses findet aber nur so lange statt, als auch das quantitative Verhältnifs der qualitativ gleichen Kräfte (in einer Entfernung befindlicher Körper) gleich bleibt. Aendert sich das quantitative Verhältnifs der Kräfte, so ändert sich auch die relative Geschwindigkeit der

Körper in derselben Entfernung. Befindet sich ein Körper in der Breite l, Fig. 11., so verhält sich seine Geschwindigkeit zu der Geschwindigkeit eines Körpers in der Aequatoreal-Ebene, wie $\sqrt{(R + \text{Sin.}\,x)} : \sqrt{R}$. Je weniger ein Körper eines gegebenen Systems von der Aequatoreal-Ebene seines Centralkörpers abweicht, desto kleiner ist der Sinus der Abweichung, und desto mehr ist $\sqrt{(R + \text{Sin.}\,x)} \backsim \sqrt{R}$, obgleich nicht ganz gleich; je mehr ein Körper dagegen von der Aequatoreal-Ebene abweicht, wie z. B. in k, Fig. 11., desto ähnlicher wird der Sin. der Abweichung dem Sin. tot., und desto ähnlicher wird $\sqrt{(R + \text{Sin.}\,x)} \backsim \sqrt{R + \text{Sin. tot.}})$. Die Geschwindigkeit eines Körpers in der Aequatoreal-Ebene verhält sich daher zu der Geschwindigkeit eines in der Breite k befindlichen Körpers in derselben Entfernung, beinahe wie $\sqrt{(R + \text{Sin.}°)} : \sqrt{(\text{Rad.} + \text{Sin. tot.})} = 1 : \sqrt{2}$. Daraus geht dann hervor, daſs, so wie die veränderte Quantität der Fliehkraft eines Körpers, im Verhältniſs des Cosinusses der Breite, die Gestalt der Bahn bedingt, in welcher er sich nur bewegen kann, die veränderte *Quantität* der Schwere, im Verhältniſs des Sinusses der Breite, die Geschwindigkeit bedingt, mit welcher er sich in Bahnen von gegebener verschiedener Gestalt in einer gleichen Entfernung von dem Centralkörper bewegen muſs.

104.) Die, durch die verschiedene Quantität der Schwere hervorgebrachte, Geschwindigkeit eines Körpers in einer gegebenen Bahn kann ferner auch noch betrachtet werden, als ob sie durch die alleinige Wirksamkeit der Schwere hervorgebracht wäre, und sich daher auch so verhalten müsse, wie die Wirkung, die

Geschwindigkeit nach der Richtung einer gegebenen Kraft. Ist nun die Wirkung jeder gegebenen Kraft = dem Quadrat derselben (54.), und ändert sich das quantitative Verhältniſs jeder Kraft verhältniſsmäſsig mit der Qualität (mit der Entfernung des Körpers) derselben (80.), also im umgekehrten Verhältniſs der Entfernungen, so wird die relative Geschwindigkeit eines Körpers in einer und derselben (elliptischen) Bahn in verschiedenen Entfernungen von dem Centralkörper, *im umgekehrten Verhältniſs des Quadrats der Entfernungen*, stehen müssen, während die Geschwindigkeiten in einer und derselben Entfernung aber in elliptischen Bahnen von verschiedener Abweichung in dem oben (103.) bezeichneten Verhältnisse stehen werden.

105.) Soweit die Darstellung aller, durch die Wirkung der beiden Centralkräfte, vermittest eines Centralkörpers in j e d e m g e g e b e n e n Körpersysteme stattfindenden, Bewegungen, so wie aller, von den bewegten Punkten (Körpern) eines solchen Systems möglicher Weise zu beschreibenden, Bahnen. Um die Einfachheit dieser Darstellung durch nichts zu unterbrechen, sind absichtlich zuerst die Bewegungen der, in einer und derselben ursprünglichen Entfernung von dem Centralkörper befindlichen, Körper betrachtet worden, da sie von q u a l i t a t i v g l e i c h e n K r ä f t e n (80.) hervorgebracht werden, deren quantitatives Verhältniſs gegen einander nur in Berücksichtigung der Lage eines bewegten Körpers (in Beziehung der Lage der Bahn desselben gegen die Aequatoreal-Ebene des Centralkörpers) veränderlich ist. —

106.) Da die Entfernung a s = l s = k s Fig. 11. 12. 13., aus welcher, nach unserer Darstellung, ursprünglich die Körper a, l, k ihre Bewegung um den Centralkörper s beginnen, keine bestimmte ist, so kann sie jede mögliche seyn, und es ist ganz gleich, ob diese Entfernung a s = 1, oder = 100, oder = 1000, oder gleich jeder beliebigen Zahl x angenommen wird. In jeder beliebig gegebenen Entfernung von dem Centralkörper eines gegebenen Systems werden alle Körper sich genau nach der obigen Darstellung bewegen müssen. Ebenso, wie ein Körper in der Aequatoreal-Ebene des Centralkörpers in einer Entfernung = 1 sich in einem vollkommenen Kreise bewegen mufs, gerade so mufs es auch ein Körper in der Aequatoreal-Ebene in der Entfernung = x und in der Entfernung = y. Gerade so, wie *ein* Körper in der Breite 1 aus der Entfernung = 1 eine Bahn von gegebener Excentricität (Abweichung vom Kreise) beschreibt, ebenso mufs es ein Körper in derselben Breite aus der Entfernung x, und aus der Entfernung y. Diese Verhältnisse sind unabänderlich, und die Gestalt der Bahnen in gleicher Breite befindlicher Körper sind ganz ähnlich und müssen es seyn.

107.) Die Geschwindigkeit aber, mit welcher sich die, in einer und derselben Breite und in verschiedenen Entfernungen von dem Centralkörper befindlichen, Körper in ihren resp. Bahnen bewegen, ist ungleich, denn die hängt von der Qualität der bewegenden Centralkräfte ab. Die Qualität der bewegenden Centralkräfte steht nämlich im umgekehrten Verhältnifs der Entfernungen von dem Central-

körper (53.), die Wirkung, die Geschwindigkeit nach der Richtung jeder einzelnen Kraft (ohne Berücksichtigung des quantitativen Verhältnisses derselben), im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen, und endlich die Geschwindigkeiten in den, durch die gleichzeitige Wirkung beider Kräfte beschriebenen, Bahnen, wie die umgekehrten Quadratwurzeln aus den Entfernungen, oder (da die Qualität der Kräfte im umgekehrten Verhältnifs mit den Entfernungen steht) im Verhältnifs der Quadratwurzeln (der Qualität) der bewegenden Kräfte. Eine und dieselbe Regel gilt daher für die Geschwindigkeiten in allen Entfernungen, so wie in allen Breiten; immer stehen sie im umgekehrten Verhältnisse der Quadratwurzeln aus den Entfernungen, mit der Beschränkung jedoch, dafs die Regel nur bei kreisförmigen Bahnen allgemein gültig ist; bei elliptischen Bahnen dagegen noch die oben dargestellte Regel (103.) berücksichtigt werden mufs. Mit Berücksichtigung dieser oben dargestellten Regel sind die Geschwindigkeiten jeder zwei, in verschiedenen Entfernungen und in verschiedenen Breiten befindlichen, Körper jedes gegebenen Systems, wenn C, c die Geschwindigkeiten, D, d die Entfernungen, und Sin. D, Sin. d die Breite derselben bezeichnen, $C : c = \sqrt{}(d + \text{Sin. } D) : \sqrt{}(D + \text{Sin. } d)$.

Theoretische Bestimmungen der durch die Qualität und Quantität der hewegenden Centralkräfte hervorgebrachten rotirenden Bewegungen der Körper.

108.) Wir müssen nochmals zu der Betrachtung der Wirkung der Schwere allein auf die Körper eines gegebenen Raumes (Körpersystems) zurückkehren. Schon oben (82—84.) haben wir gesehen, daſs alle Körper eines gegebenen Körpersystems, wenn sie nur von der Schwere bewegt würden, sich, ohne Berücksichtigung ihrer Lage gegen die Rotationsaxe des ganzen Systems, in geradlinigten Bahnen gegen den Mittelpunkt des Systems bewegen müſsten. Hier können wir noch hinzufügen, daſs alle Körper eines gegebenen Systems, die von der Schwere allein gegen den Mittelpunkt desselben bewegt werden, während dieser Bewegung auch ihre resp. Lage gegen den Central- (Körper) Punkt nicht verändern können. Es sey nämlich s, Fig. 14., der Centralkörper eines gegebenen Körpersystems, und P ein Körper, der von der Schwere allein gegen den Centralkörper bewegt wird, so wird der Körper P nicht allein, nach der obigen Darstellung, in der geraden Linie n b sich dem Centralkörper nähern, sondern der Punkt n, an der Oberfläche des Körpers P, durch den die gerade Linie d t geht, unabänderlich seine Lage in Beziehung auf die Linie d A behalten müssen. Hat sich der Körper P dem Centralkörper bis zur Berührung ge-

nähert, so wird nothwendig der Punkt n des Körpers P mit dem Punkte b an der Oberfläche des Centralkörpers zusammenfallen, und es ist gar nicht abzusehen, aus welcher Ursache wohl der Punkt n des von der Schwere allein bewegten Körpers P seine ursprüngliche Lage gegen den Centralkörper verändern sollte.

109.) Der Körper P ist demnach, so lange die Schwere allein auf ihn wirkt, so anzusehen, als wenn er *unabänderlich, vermittelst* des Punktes n, an seiner Oberfläche mit dem Centralkörper zusammenhinge, so grofs übrigens seine Entfernung von diesem seyn möchte, so etwa, wie ein auf einer Tafel liegender runder Körper mit ihr, vermittelst eines Punktes n, zusammenhinge. Wirkt aber noch eine zweite (die Flieh-) Kraft auf den Körper P, und zwar auf die Richtung der Schwere senkrecht, so wird er nicht mehr seine unabänderliche Lage behalten können. Denn da der Körper P, wenn er kein mathematischer Punkt ist, als von einer gegebenen merklichen Ausdehnung (einen gegebenen Raum einnehmend) betrachtet werden kann, und die, durch die rotirende Bewegung des Centralkörpers seiner eigenen ganzen Wirkungssphäre mitgetheilte, Fliehkraft als auf jeden einzelnen Punkt der Wirkungssphäre und jeden in dieser befindlichen Körper, wirkend angesehen werden mufs, so kann angenommen werden, dafs die Wirkung der Fliehkraft auf die drei Punkte n o r des Körpers P in unter einander parallelen Richtungen von t nach n, von t′ nach o, und von t″ nach r gehe. Hängt nun der Körper P mit dem Centralkörper gleichsam durch den Punkt n zusammen, so

wird der Punkt r desselben nach der Richtung der Fliehkraft, in einer unendlich kleinen Zeit, ein Stück eines Kreises durchlaufen, dessen Halbmesser r n, und dessen Mittelpunkt n ist. Das Stück der von dem Punkte r durchlaufenen Kreislinie kann unendlich klein seyn, aber sobald die Punkte d n nicht mehr genau in einer Linie liegen, und der Körper zugleich in seiner Bahn von o nach o′, Fig. 16., fortgerückt ist, so wird der Punkt n an der Oberfläche des Körpers P hinter der geraden, von dem Mittelpunkte des Körpers P nach dem Mittelpunkte des Centralkörpers gehenden, Linie d A zurückgeblieben seyn, also nicht mehr in ihr liegen können.

110.) Geht die Wirkung der Fliehkraft nunmehr wieder senkrecht auf die Punkte r′ o′ n′ des Körpers P, die in einer Linie mit dem Mittelpunkte des Centralkörpers liegen, so wird wieder der Punkt r′ um den Punkt n′ bewegt, und dieser bleibt abermals hinter der geraden, zwischen den Punkten d′ und A gezogenen, Linie zurück, und da sowohl die Wirkung der Fliehkraft eine stetige ist, als auch immer neue Punkte an der Oberfläche des Körpers P durch die Wirkung der Fliehkraft in die gerade, zwischen dem Mittelpunkte des Körpers P und dem Mittelpunkte des Centralkörpers gezogene, Linie gelangen, so dauert dieses Fortrücken des Punktes n und aller anderen, in seine Stelle gelangenden, Punkte ununterbrochen fort. Eine anschauliche Vorstellung von dieser Bewegung kann man sich an einer Billardkugel auf einem Billard machen. Mit dem Punkte n liegt eine solche Kugel auf dem Billard. Bläst man von der Seite in der Richtung t′ o, Fig. 15., auf die Kugel, so

bewegt sie sich nicht so vorwärts, dafs die Linie r d n, Fig. 14., immer senkrecht gegen die Billardtafel bleibt, sondern die Lage der Linie r d n verändert sich, der Punkt n bleibt hinter der geraden, von dem Mittelpunkte der Billardkugel nach dem Mittelpunkte der Erde gezogenen, Linie zurück, d. h. die Kugel rollt. Rücken nun nach und nach, da die Wirkung der Fliehkraft stetig ist, in den ursprünglichen Ort des Punktes n andere Punkte, so rückt der Punkt n immer weiter, und er *mufs endlich* in einer gegebenen Zeit um den Punkt d, den Mittelpunkt des Körpers P, sich herumbewegt haben, und wieder in seinen ursprünglichen Ort angekommen seyn, von wo er dann dieselbe Bewegung um den Punkt d ununterbrochen fortsetzt.

111.) Angenommen, dafs diese Erklärung der rotirenden oder rollenden Bewegung eines schweren Körpers, auf den die Fliehkraft wirkt, richtig sey, entsteht die Frage: was an einem schweren Körper das zu Bewegende sey. Das Bewegende (die bewegende Kraft) eines schweren sich bewegenden Körpers, insofern man nur seine eigene Bewegung betrachtet, ist, wie wir oben (66.) gesehen, seine Eigenschwere. Je gröfser diese ist, desto gröfser ist das Streben des Körpers, nach der allgemeinen Richtung der Schwere zu fallen, und desto gröfser ist der Raum, den der Körper in einer gegebenen Zeit durchläuft. Je gröfser aber die Eigenschwere eines Körpers ist, desto gröfser ist auch die Beharrlichkeit (Trägheit), seine Lage zu behalten, um desto gröfsere Kraft ist erforderlich, ihn aus seiner Lage zu bringen. Stellen wir auf die Tafel eines Billards eine metallene,

eine elfenbeinerne und eine Korkholzkugel, und versuchen wir vermittelst eines Gebläses, das so eingerichtet ist, dafs man die Geschwindigkeit des ausströmenden Luftstromes genau regeln kann, die Kugeln aus der Stelle zu rollen, so werden wir finden, dafs die Korkholzkugel, bei einer gegebenen geringen Geschwindigkeit des Luftstromes, die elfenbeinerne Kugel, bei einer gröfseren Geschwindigkeit, und die metallene Kugel, bei einer bestimmbaren gröfsten Geschwindigkeit, sich *fortbewegt*. Während also diese drei Körper beim freien Fall, nach der Richtung der Schwere, sich in gleicher Zeit durch Räume bewegen, die sich wie ihre Eigenschwere verhalten (66.), bedürfen sie, wenn sie nach der Richtung der Schwere als ruhend betrachtet werden, um ihre Lage zu verändern, bewegender Kräfte, die auch wieder wie ihre Eigenschweren sich verhalten. Es ist folglich auch wieder die Eigenschwere, das an einem schweren Körper zu Bewegende.

112.) Diese Thatsache, die wir nur sehr *unvollkommen* durch einen Versuch anschaulich zu erklären vermögen, indem wir, wenn wir die Wirkung der (Eigen-) Schwere beobachten wollen, wie es Galiläi gethan hat, die Wirkung der Fliehkraft unbeachtet lassen müssen, und wenn wir die der Fliehkraft analoge Wirkung auf dem Billard betrachten, die Wirkung der Schwere für uns verloren ist, bietet uns die Natur selber deutlich in jedem gegebenen, aus schweren Körpern bestehenden, Körpersysteme dar, da wir in jedem die gemeinschaftliche Wirkung der Schwere und der Fliehkraft erkennen und nachweisen können. In jedem Körpersysteme verhalten sich die Eigen-

schweren der Körper wie die umgekehrten Entfernungen von dem Centralkörper; in jedem Körpersysteme werden die schweren Körper nicht allein von ihrer Bewegung nach der Richtung der Schwere durch Fliehkräfte abgelenkt, die ihren Eigenschweren qualitativ gleich sind, sondern auch noch durch dieselben Fliehkräfte, auf die oben (109. 110.) dargestellte Art, aus ihrer resp. Lage gerückt.

113.) Die gemeinschaftliche Wirkung der Schwere und der *Fliehkraft*, in Hinsicht auf die Geschwindigkeit eines Körpers von gegebener Eigenschwere in der Bahn, haben wir schon oben (103.) betrachtet, sie ist auch schon seit lange durch das Newtonsche Gesetz der Schwere bestimmt. Die Geschwindigkeiten zweier Körper in ihren Bahnen verhalten sich, nach der Richtung der Schwere, wie die Quadrate der Eigenschweren und, da diese sich wie die umgekehrten Entfernungen verhalten, wie die umgekehrten Quadrate der Entfernungen. Ist P, p die Eigenschwere, D, d die Entfernung und C, c die Geschwindigkeit zweier Körper, so ist $C : c = P^2 : p^2$, und da $P : p = d : D$ ist, so ist $C : c = d^2 : D^2$. Die Eigenschwere der Körper ist die bewegende Kraft, die die beiden Körper a und e, Fig. 6., durch die, dem Quadrate der Eigenschwere der Körper gleichen, Räume führt. Diese Eigenschwere der beiden Körper ist aber auch dasjenige zu Bewegende, was die Beharrlichkeit (Trägheit) der beiden Körper bestimmt, und wovon ihre Beweglichkeit abhängt. Je gröfser aber die Eigenschwere eines Körpers ist, desto gröfser ist seine Beharrlichkeit, und desto kleiner seine Beweglichkeit. Ist I, i die Beharrlichkeit (inertia),

A, a die Beweglichkeit (agilitas) zweier Körper, so ist I : i = P : p und A : a = p : P, und da P : p = d : D ist, so ist I : i = d : D und A : a = D : d. Es ist also die Eigenschwere als das zu Bewegende eines Körpers, gerade das Entgegengesetzte von der Eigenschwere als bewegenden Kraft.

114.) Ist nun die Fliehkraft diejenige bewegende Kraft in jedem gegebenen Systeme, durch deren Wirkung die Beharrlichkeit der Körper, ihre Lage zu behalten, gestört wird, und nimmt diese Fliehkraft, in gleichem Verhältnisse mit der Eigenschwere, mit den zunehmenden Entfernungen ab, so kann die Gröfse, um welche der Punkt n, Fig. 16., in einer gegebenen Zeit aus seinem ursprünglichen Orte rückt, als ein Product aus der Beharrlichkeit des Körpers in die Wirkung der Fliehkraft angesehen werden. Da nun das zu Bewegende, die Beharrlickheit, im Verhältnisse der Eigenschwere, das Entgegengesetzte von dem Bewegenden, der Eigenschwere des Körpers, als Ursache seiner eigenen Geschwindigkeit ist, so wird auch das Product aus dem zu Bewegenden in die Fliehkraft das Entgegengesetzte von dem Bewegenden in der Fliehkraft seyn müssen. Das Product des Bewegenden in die Fliehkraft oder die Geschwindigkeiten, mit welchen die Körper in der Bahn fortrücken, ist $C : c = \sqrt{d} : \sqrt{D}$; das Product des zu Bewegenden in die Fliehkraft oder die Geschwindigkeit, mit welcher die Körper zugleich fortrollen oder sich um eine Axe wälzen, wird daher $C : c = \sqrt{D} : \sqrt{d}$ seyn, oder die Bögen N N und n n′, die die beiden Punkte N und n an der Oberfläche der beiden Körper P und p, Fig. 17., in einer

gegebenen gleichen Zeit zurücklegen, stehen im geraden Verhältnisse mit den Quadratwurzeln aus den Entfernungen der Körper von dem Centralkörper. In dem Verhältnisse also, als die Geschwindigkeit eines Körpers in der Bahn zunimmt, nimmt die Geschwindigkeit, mit welcher er sich um seine Axe bewegt, ab; so wie auch umgekehrt, so wie die Geschwindigkeit in der Bahn abnimmt, so nimmt die Geschwindigkeit um die Axe zu, und beide Bewegungen, die als die Producte derselben bewegenden Kräfte zu betrachten sind, bilden zwei Reihen constanter Gröfsen, die einander gleichsam complementiren. —

115.) Das wäre das Verhältnifs der Geschwindigkeiten der Körper eines gegebenen Systems in ihren Bahnen und um ihre Axen, wenn qualitativ und quantitativ ganz gleiche Kräfte auf sie wirken. Steht aber nur die Qualität und Quantität der (Eigen-) Schwere allein, allgemein genommen, im genauen Verhältnisse mit den umgekehrten Entfernungen der Körper von ihren resp. Centralkörper (80.) und hängt die Quantität der Fliehkraft eines Körpers noch von seiner Lage (der Breite), in Beziehung auf die Aequatoreal-Ebene des Centralkörpers und des ganzen Körpersystems, ab, so ist dieser Umstand noch besonders zu berücksichtigen. Die Beharrlichkeit eines Körpers = seiner, der Entfernung entsprechenden und qualitativ und quantitativ gleich bleibenden, Eigenschwere kann nämlich durch die quantitativ, im Verhältnisse der Cosinus der Breite, veränderliche Fliehkraft nicht mit einer gleichen Gröfse gestört werden, und die Geschwindigkeiten, mit welchen sich

die Körper eines gegebenen Systems um ihre Axen bewegen, werden nicht allein im geraden Verhältnisse mit ihren Entfernungen von dem Centralkörper, sondern auch noch im geraden Verhältnisse mit den Cosinussen ihrer Breite stehen. Ist D, d die Entfernung, Cos. x, Cos. y die Breite und C, c die Geschwindigkeit zweier Körper, mit welchen sie sich um ihre Axen bewegen, so ist $C : c = \sqrt{D}$ Cos. x : $\sqrt{d}$ Cos. y. Auch hier bilden wieder beide Bewegungen zwei Reihen constanter Gröfsen, die einander complementiren. Die Geschwindigkeit zweier Körper in ihren Bahnen ist nämlich (107.) $C : c = \sqrt{d}$ Sin. x : $\sqrt{D}$ Sin. y = d Cos. y : $\sqrt{D}$ Cos. $\sqrt{x}$, die Geschwindigkeit dagegen, mit welcher sie sich um die Axen bewegen, $C : c = \sqrt{D}$ Cos. x : $\sqrt{D}$. Cos. y also das gerade Entgegengesetzte.

116.) Betrachten wir nun noch, wie durch *die* rotirende Bewegung des Centralkörpers eines Systems dem ganzen Raume desselben die Fliehkraft mitgetheilt wird, so wissen wir schon, dafs diese in einer gegebenen gleichen Entfernung gleich ist, und gleichsam eine Schicht von einer gegebenen beständigen Geschwindigkeit bildet. Die Geschwindigkeit jeder Schicht steht in dem, gleichfalls schon angegebenen, Verhältnisse mit den Entfernungen von dem Centralkörper. Jede einzelne der, durch die Fliehkraft bewegten, Schichten kann aber noch als cylindrische Hülse angesehen werden, deren Axe die Axe des Centralkörpers so wie des ganzen Raums eines gegebenen Systems ist, und aus einer Menge concentrischer cylindrischer Schichten bestehend, in welchen jeder Punkt sich mit einer, der Entfernung und der Breite entsprechenden, Geschwindigkeit bewegt.

117.) Wenn die Wirkung der Eigenschwere, als bewegenden Kraft, senkrecht auf die Rotationsaxe eines Systems ginge, so müſsten alle schweren Körper desselben sich allerdings durch die Wirkung dieser concentrischen Schichten, in welchen sich der Raum des Systems durch die Fliehkraft bewegt, in parallelen Kreisen um die Rotationsaxe bewegen, wie wir es schon oben (85.) angeführt haben. Da aber die Wirkung der Eigenschwere der Körper senkrecht gegen den Mittelpunkt, und nicht gegen die Bewegungs-Axe des Systems geht, so müssen alle Körper die oben 86.—97.) dargestellten Bahnen beschreiben. Die Eigenschwere, als das zu Bewegende, als die verhältniſsmäſsige Menge (fester) materieller Substanz in einem gegebenen Raume, hat keine Richtung, und nur insofern, als sie einer auf sie einwirkenden bewegenden Kraft Widerstand leistet, eine eigenthümliche Kraft; es muſs daher ein Körper, von welcher Eigenschwere er sey, sich immer in der Richtung der auf ihn wirkenden Kraft (um die Axe oder in welcher Richtung es sey) bewegen. Eine Billardkugel, die, vermöge ihrer Eigenschwere als bewegenden Kraft, ruhig auf der Billardtafel liegt, aber wenn die Tafel entfernt wird, nach der Richtung der Schwere, sich gegen die Oberfläche der Erde bewegt (fällt), hat, als zu Bewegendes, keine Richtung, sondern nimmt die Richtung jeder bewegenden Kraft an. Eine Kraft kann aber auf sie so wirken, daſs der Punkt n, Fig. 16., der Kugel, um den Mittelpunkt d einen Kreis beschreibt, oder so, daſs der Punkt n der Kugel auf der Tafel unbeweglich bleibt, die Kugel sich aber um die Linie n r dreht.

118.) Die Körper jedes gegebenen Systems werden nun durch die, senkrecht auf die Bewegungs-Axe der Centralkörper gehende, Wirkung der Fliehkraft, vermittelst der angenommenen cylindrischen Schichten, dergestalt um eine Axe bewegt, daſs diese, in welcher Entfernung von dem Centralkörper, und in welcher Breite, in Beziehung auf die Aequatoreal-Ebene desselben, sie sich auch befinden mögen, immer parallel mit der Rotationsaxe des Centralkörpers und des ganzen Systems, so wie in Fig. 18., bleiben müssen. Denn in welcher Entfernung und Breite ein Körper, und in welchem Körpersysteme er sich befinden möge, so befindet er sich in einer bewegten cylindrischen Schicht, die den äuſsersten, von der Rotationsaxe des Systems entfernten, wie in Fig. 18., an der Seite N W S, Punkt a um den der Rotationsaxe nächsten Punkt o gerade so bewegt, wie in Fig. 16. der Punkt r um den Punkt n bewegt wird. In welchem Punkte seiner Bahn ein Körper sich befinden, und von welcher, wie wir schon wissen, höchst verschiedenen Gestalt diese Bahn seyn möge, immer wird er, wie in Fig. 19., den Parallelismus seiner Rotationsaxe mit der Rotationsaxe des Centralkörpers und des ganzen Körpersystems beibehalten müssen. Daſs die, durch die Wirkung der Fliehkraft hervorgebrachten, cylindrischen Schichten jedes gegebenen Raumes nur als Hülfsmittel angenommen sind, um uns den Mechanismus der betreffenden Bewegung anschaulich vorstellen zu können, und daſs sie gar nicht vorhanden sind, versteht sich von selbst. Denn das ätherische Mittel jedes gegebenen Raumes (selbst des Weltalls) ist ein vollkommenes Continuum, in wel-

chem kein Punkt von einem andern angrenzenden, durch irgend ein wahrnehmbares, oder auch nur denkbares, Merkmal unterschieden werden können.

Vergleichung des theoretisch Erkennbaren mit dem in der Erfahrung Gegebenen.

119.) Die im Vorhergehenden entwickelten Grundsätze, die seit Jahrtausenden der Gegenstand tiefer Untersuchungen gewesen sind, von welchen viele, durch die angestrengtesten Arbeiten, enthusiastisch für die Wissenschaft begeisterter Männer, schon zu Tage gefördert worden, sollen als Versuche dienen, um ein streng wissenschaftlich geordnetes Gebäude der höheren Physik aufzuführen. So wie in dem Mechanismus eines Uhrwerks kein Rad und kein Rädchen fehlen darf, und so wie Niemand an die Anfertigung eines Uhrwerks denken darf, bevor er sich nicht mit dem ganzen Mechanismus und mit allen Theilen desselben genau bekannt gemacht hat, so darf auch in dem Mechanismus der Weltkörperbewegung kein einziges der oben versuchsweise entwickelten, vielleicht aber noch sehr mangelhaften, Grundsätze fehlen, und es kann Niemand eine vollständige Rechenschaft aller, im Weltall sich darbietenden, Erscheinungen, so wie von dem unendlich wechselnden Spiel von Ursache und Wirkung zu geben sich erkühnen, wenn es ihm nicht gelungen ist, sich eine vollständige Uebersicht der Wirkungsformen im Allgemeinen und in allen ihren Theilen anzueignen.

120.) Ob wir von dem von uns ausgewählten Standpunkte, eine vollständige und richtige Uebersicht des gesammten Mechanismus der Weltkörperbewegung zu erhalten, hoffen dürfen, wollen wir denen zur Entscheidung überlassen, die diesen Versuch ihrer Aufmerksamkeit werth zu finden sich herablassen wollen. Unser Geschäft ist hier, alles, von unserm Standpunkte aus, Erforschte redlich, und, so weit es unsere Kräfte erlauben, deutlich und treu darzustellen und darauf hinzuweisen, was bis jetzt auf unserm Standpunkte Bezügliches gethan, und von wem etwas gedacht worden. Copernicus hat, um bei dem Vergleiche mit dem Mechanismus einer Uhr stehen zu bleiben, sich damit begnügt, uns mit dem Zifferblatte der Uhr, mit allen auf demselben bemerkbaren Zeigern, mit der Welle (Axe), um welche sich alle diese Zeiger bewegen, so wie mit der eigenthümlichen Bewegung jedes einzelnen, an der Spitze eines Zeigers befindlichen, Körpers bekannt zu machen, ohne sich um den Mechanismus (die Gesetze) zu bekümmern, nach welchen alle die Bewegungen hervorgebracht werden, noch auch, um die Gewichte (Kräfte), von welchen der Mechanismus in Thätigkeit erhalten wird. Diese Darstellung und Beschreibung des Zifferblattes an der (Welten-) Uhr ist aber so vollständig und so einfach zugleich, daſs sie mit Recht als die schönste Blume des forschenden Menschengeistes betrachtet werden muſs.

121.) Von dem Mechanismus dieser unermeſslichen Uhr hat Kepler, nach unermüdlichen Forschungen, einiges von dem Räderwerke (seinem Gesetze), und später noch Newton ein Rad (das Gesetz der Schwere)

entdeckt, zu welchem noch Letzerer ein Gewicht (einer Kraft, die Schwere) hinzufügte, von welchem zwar schon Kepler eine dunkle Idee hatte, die sich ihm aber nicht so klar darstellte, dafs er sie hätte deutlich und bestimmt aussprechen können. Mehr ist bis auf unsere Zeit wenig Erhebliches gethan, um die Kenntnisse der Menschheit in dieser Hinsicht zu erweitern. Die eigenthümlichen Forschungen Descartes, Kants und la Place's, insofern sie sich mit Kosmologie und *Kosmo-Dynamik* beschäftigten, haben wir schon oben berührt, und gesehen, dafs sie zu keinen genügenden Resultaten geführt haben, wobei es sehr zu bedauern ist, dafs Kant so schnell die objective Richtung seiner Geistesthätigkeit verlassen, und seine ganze Aufmerksamkeit auf das Subjective gerichtet hat. Würde er, an Newtons Autorität und Unfehlbarkeit zweifelnd, mit seinem Scharfsinne die Gravitations-Hypothese einer strengen Kritik unterworfen haben, so hätte er seine Untersuchungen nicht nach Newtonschen Grundsätzen abgemessen, und wir wären schon im Besitz einer richtigen Uebersicht der Ursächlichkeit (Causalität) aller Erscheinungen im Weltall, da er selber erklärt: "dafs eben diese Untersuchung unter allen, die in der Naturlehre aufgenommen werden können, diejenige sey, in welcher man am leichtesten und sichersten bis zum Ursprunge gelangen kann." *)

122.) Die Inconsequenzen und Widersprüche, die von Newton dadurch in die allgemeine Naturlehre eingeführt sind, dafs er der von ihm erkannten Kraft

---

*) Kant a. a. O. Vorrede S. 10.

der Schwere, aufser der allein richtigen Wirkung nach dem Mittelpunkte jedes gegebenen Systems, noch andere, in Beziehung auf Richtung und Wirksamkeit, eigenthümliche Wirkungen zuschrieb, die ihnen weder zugeschrieben werden können, noch dürfen, haben wir o, a. m. O. (57. 67.), nachzuweisen gesucht, und wollen es noch ferner thun, wo nur die Gelegenheit sich darbietet. Dem forschenden Menschengeiste hat Newton aber durch diese seine willkührlichen, oder zum wenigsten ganz ohne Kritik aufgestellten, physikalischen Grundsätze solche hemmende Schranken gesetzt, dafs selbst ein Kant es nicht wagte, sie zu übersteigen oder niederzureifsen. Da nun Kant an diesen Schranken, die sich ihm drohend entgegenstellten, verzweifelnd umkehrte, so begnügten sich spätere Forscher, sich in ihrem Schatten in ruhiger Gemächlichkeit anzusiedeln, sie in geduldiger Ergebung nach Kräften auszuschmücken, und durch ihre Lehren scheinbar immer unübersteiglicher zu machen.

123.) Wir unsererseits haben es auch versucht, etwas an der grofsen (Welten-) Uhr, von dem Räderwerk und den Gewichten zu entdecken, ob dabei die Newtonschen Schranken niedergetreten werden, oder, da sie doch nichts mehr als eine, von einem ungewissen Lichte begünstigte, Phantasmagorie sind, wie ein Schatten im hellen Lichte vergehen, kann uns wenig kümmern. Indem wir der, schon von Newton deutlich erkannten und bestimmten, Schwere, ohne sonstige erfahrungswidrige Zusätze, die einzige Wirkung zuschreiben, durch welche alle, aufserhalb des Mittelpunktes eines jeden gegebenen Kör-

persystems befindlichen, Körper nach dem Mittelpunkte desselben, und nur nach diesem bewegt werden, nehmen wir in der, durch die rotirende Bewegung des Centralkörpers hervorgebrachte, Fliehkraft ein grofses Gegengewicht für die Schwere an, und suchen zu erklären, wie durch die vereinte Wirkung dieser beiden Kräfte alle Bewegungen in jedem gegebenen Körpersysteme hervorgebracht werden.

124.) Wir haben gesehen, dafs durch die vereinte Wirkung der Schwere und der Fliehkraft die Körper jedes gegebenen Systems immer nur in einer einzigen, in der Richtung der Rotationsbewegung des Centralkörpers, sich bewegen können, dafs alle Körper in Bahnen von der verschiedensten Abweichung vom Kreise sich bewegen, und dafs diese Bahnen unter sehr verschiedenen Winkeln gegen einander sich neigen müssen. Endlich haben wir gesehen, wie durch die Wirkung derselben Kräfte die rotirende (rollende) Bewegung von einem Körper auf einen andern übergehen kann. Diese Ergebnisse unserer Forschungen sind es nun, die wir mit dem in der Erfahrung Gegebenen zu vergleichen haben.

125.) Die von uns angeführte Fliehkraft ist gar nichts Neues, indem in allen Lehrbüchern der Physik davon gesprochen wird, wie durch die Wirkung der Fliehkraft, die Geschwindigkeit, an der Oberfläche der Erde fallender Körper, im Verhältnisse der Breite, verändert wird. Obgleich sie von uns hypothetisch angenommen ist, so ist sie doch in der Erfahrung sehr wohl begründet, indem ohne Widerrede die rotatorische Bewegung die Ursache derselben ist, und sie gleichsam durch jene Bewegung hervorgerufen und

der Schwere, aufser der allein richtigen Wirkung nach dem Mittelpunkte jedes gegebenen Systems, noch andere, in Beziehung auf Richtung und Wirksamkeit, eigenthümliche Wirkungen zuschrieb, die ihnen weder zugeschrieben werden können, noch dürfen, haben wir o, a. m. O. (57. 67.), nachzuweisen gesucht, und wollen es noch ferner thun, wo nur die Gelegenheit sich darbietet. Dem forschenden Menschengeiste hat Newton aber durch diese seine willkührlichen, oder zum wenigsten ganz ohne Kritik aufgestellten, physikalischen Grundsätze solche hemmende Schranken gesetzt, dafs selbst ein Kant es nicht wagte, sie zu übersteigen oder niederzureifsen. Da nun Kant an diesen Schranken, die sich ihm drohend entgegenstellten, verzweifelnd umkehrte, so begnügten sich spätere Forscher, sich in ihrem Schatten in ruhiger Gemächlichkeit anzusiedeln, sie in geduldiger Ergebung nach Kräften auszuschmücken, und durch ihre Lehren scheinbar immer unübersteiglicher zu machen.

123.) Wir unsererseits haben es auch versucht, etwas an der grofsen (Welten-) Uhr, von dem Räderwerk und den Gewichten zu entdecken, ob dabei die Newtonschen Schranken niedergetreten werden, oder, da sie doch nichts mehr als eine, von einem ungewissen Lichte begünstigte, Phantasmagorie sind, wie ein Schatten im hellen Lichte vergehen, kann uns wenig kümmern. Indem wir der, schon von Newton deutlich erkannten und bestimmten, Schwere, ohne sonstige erfahrungswidrige Zusätze, die e i n z i g e Wirkung zuschreiben, durch welche alle, aufserhalb des Mittelpunktes eines jeden gegebenen Kör-

persystems befindlichen, Körper nach dem Mittelpunkte desselben, und nur nach diesem bewegt werden, nehmen wir in der, durch die rotirende Bewegung des Centralkörpers hervorgebrachte, Fliehkraft ein grofses Gegengewicht für die Schwere an, und suchen zu erklären, wie durch die vereinte Wirkung dieser beiden Kräfte alle Bewegungen in jedem gegebenen Körpersysteme hervorgebracht werden.

124.) Wir haben gesehen, dafs durch die vereinte Wirkung der Schwere und der Fliehkraft die Körper jedes gegebenen Systems immer nur in einer einzigen, in der Richtung der Rotationsbewegung des Centralkörpers, sich bewegen können, dafs alle Körper in Bahnen von der verschiedensten Abweichung vom Kreise sich bewegen, und dafs diese Bahnen unter sehr verschiedenen Winkeln gegen einander sich neigen müssen. Endlich haben wir gesehen, wie durch die Wirkung derselben Kräfte die rotirende (rollende) Bewegung von einem Körper auf einen andern übergehen kann. Diese Ergebnisse unserer Forschungen sind es nun, die wir mit dem in der Erfahrung Gegebenen zu vergleichen haben.

125.) Die von uns angeführte Fliehkraft ist gar nichts Neues, indem in allen Lehrbüchern der Physik davon gesprochen wird, wie durch die Wirkung der Fliehkraft, die Geschwindigkeit, an der Oberfläche der Erde fallender Körper, im Verhältnisse der Breite, verändert wird. Obgleich sie von uns hypothetisch angenommen ist, so ist sie doch in der Erfahrung sehr wohl begründet, indem ohne Widerrede die rotatorische Bewegung die Ursache derselben ist, und sie gleichsam durch jene Bewegung hervorgerufen und

in Thätigkeit gesetzt wird. Insofern die rotatorische Bewegung stetig ist, ist es auch die, durch dieselbe hervorgebrachte, Fliehkraft, und wenn diese als bewegende Kraft auftritt, so müssen auch ihre Wirkungen stetig seyn. Ist nun auch die Schwere eine stetige Kraft, so kann, durch die vereinte Wirkung der beiden bewegenden stetigen Kräfte, die Bewegung der Körper jedes Systems sehr viel deutlicher erklärt werden, als nach Newtons Theorie, nach welcher die Körper durch einen einzigen augenblicklichen Stofs in einer gegebenen geradlinigten Richtung in Bewegung gesetzt, von dieser Richtung immer durch die stetige Wirkung der Schwere abgelenkt werden und krummlinigte Bahnen beschreiben sollen. Abgesehen davon, dafs es gar nicht ersichtlich ist, von woher der ursprüngliche momentane Anstofs gekommen seyn soll, ist es ganz unbegreiflich und gegen alle Lehren der Mechanik, dafs die Wirkung eines einzigen momentanen Stofses nicht durch die Gegenwirkung einer andern stetigen Kraft aufgehoben, oder doch wenigstens bedeutend verzögert werden sollte.

126.) Die, durch die rotirende Bewegung jedes Körpers hervorgebrachte, Fliehkraft ist, da wir deren Entstehen in der Erfahrung nachweisen und streng mathematisch bestimmen können, nur eine abgeleitete Kraft. Die Schwere, so wie die ausdehnende Kraft sind dagegen Grundkräfte, deren Ursächlichkeit nicht weiter erklärt werden kann, die also beide, obgleich wir die Schwere als eine negative ausdehnende Kraft (als ein Nachlassen der ausdehnenden Kraft) betrachtet haben, als eigentlichste Grundkräfte (qualitates

occultae) angesehen werden müssen, von welchen nur, in der gemeinschaftlichen Wirkung mit der Fliehkraft, alle Erscheinungen in der Körperwelt, in Hinsicht auf Bewegung, abgeleitet, die aber selber weiter nicht erklärt werden können. Die Idee der gemeinschaftlichen Wirkung der ausdehnenden, anziehenden und Fliehkraft ist übrigens auch nicht neu, denn Aristoteles hat sie schon gekannt *), und die rotirende (um den Mittelpunkt gehende) Bewegung, die vollkommene, belebende, *göttliche* genannt. In der spätern Ueberschwemmung von scholastischen Spitzfindigkeiten, in welchen alle rationale Wissenschaftlichkeit verloren ging, ist auch diese fruchtbare Idee in Vergessenheit gekommen. —

127.) Durch die Wirkung der abgeleiteten Fliehkraft und einer der beiden Grundkräfte müssen, nach unserer Theorie, alle Körper jedes gegebenen Körpersystems nach einer und derselben Richtung um eine gemeinschaftliche Rotationsaxe sich bewegen, und es ist nicht abzusehen, wefswegen in einem Körpersysteme einige Körper in entgegengesetzter Richtung sich bewegen sollten. Diesem theoretischen Fundamental-Grundsatze scheinen in der Erfahrung die sogenannten rückläufigen Kometen widersprechen zu wollen. Betrachten wir aber die Geschichte der rückläufigen Kometen, so werden wir wohl die Ursache entdecken, die diesen scheinbaren Widerspruch hervorbringen konnte.

Die rückläufigen Kometen sind erst bemerkt worden, nachdem Dominicus Cassini die Ebene des Son-

---

*) Fries, Naturlehre. S. 42. Tennemanns Gesch. d. Philosoph. v. A. Wendt.

nen-Aequators bestimmt hatte, es ist folglich die Rückläufigkeit dieser Körper nur in Beziehung auf die, von Cassini bestimmte und später von de la Lande verbesserte, Aequatoreal-Ebene der Sonne und der, nach derselben leicht zu bestimmenden, allgemeinen Rotationsaxe des Sonnensystems erkannt worden. Woraus ist aber wohl die Neigung des Sonnen-Aequators gegen die Erdbahn oder, da die Bahnen untergeordneter Körper eines Systems auf den Centralkörper bezogen werden müssen und *nicht* umgekehrt, was dasselbe und wichtiger ist, die Neigung der Erdbahn gegen den Sonnen-Aequator von Cassini bestimmt worden? Bekanntlich nur aus der Bewegungsrichtung der Sonnenflecken von einem Sonnenrande zum andern, und dieses scheint hinlänglich gewesen zu seyn, die Umwälzungs-Axe der Sonne und des ganzen Sonnensystems, so wie die Ebene des Sonnen-Aequators vor etwa 150 Jahren zu bestimmen, diese Ebene und Linie bis auf den heutigen Tag beizubehalten, und noch heute die resp. Bewegungsrichtung der Körper im Sonnensysteme nach diesen Bestimmungen zu ordnen.

128.) Ohne darauf einzugehen, daſs uns die physische Beschaffenheit der Sonne und die Beziehung, in welcher die Sonnenflecken zur Sonne stehen, unbekannt sind, und wir nur Vermuthungen darüber wagen dürfen, wollen wir uns begnügen anzuführen, was ein neuer fleiſsiger Beobachter der Sonne *) erklärt: "daſs nämlich aus der Bewegung der Son-"nenflecken über die Oberfläche des Sonnenkörpers

---

*) Pastorff, im Astron. Jahrbuche für 1828.

"auch nicht auf die entfernteste Weise für die "Rotation der Sonne," folglich auch nicht für die Rotationsaxe, so wie für die Aequatoreal-Ebene der Sonne, "ein gewisses Resultat gezogen werden könne." Da nun aus der Bewegung der Sonnenflecken kein gewisses Resultat für die Rotationsaxe der Sonne gezogen werden kann, so ist es ja wohl möglich, dafs die Cassini- de la Landesche Bestimmung falsch, und die Neigung der Erdbahn gegen die Aequatoreal-Ebene der Sonne gröfser oder kleiner als die angegebene, oder vielleicht sogar nach einer ganz andern Richtung seyn kann.

129.) Nach unserer Theorie wissen wir, dafs 1) die Abweichung der Bahn eines Körpers jedes Systems vom Kreise (die Excentricität der Bahn) im geraden Verhältnisse mit dem Quadrate des Sinus der Breite stehe (100.), also zugleich mit dem Sinus der Breite gröfser oder kleiner wird, dafs 2) die Geschwindigkeit, mit welcher die Körper in einer gegebenen gleichen Entfernung und in verschiedener Breite in ihren resp. Bahnen sich bewegen, $= \sqrt{}(R + Sin.)$ = der Quadratwurzel aus der Entfernung und dem Sinus der Breite sey (103.), dafs also auch die Geschwindigkeiten in den Bahnen zugleich mit dem Sinus der Breite gröfser oder kleiner werden. Sind nun in unserem Sonnensysteme die Kometen solche Körper, deren Bahnen am meisten vom Kreise abweichen (die gröfste Excentricität haben), deren Geschwindigkeit in ihren elliptischen Bahnen (parabolischen Bögen) zu der Geschwindigkeit eines, in derselben Entfernung und in einer kreisförmigen Bahn sich bewegenden, Planeten fast wie $\sqrt{2} : \sqrt{1}$

(vergl. 103.) stehen, so wird auch die Geschwindigkeit, mit welcher sie sich in einer gegebenen gleichen Entfernung bewegen, im Verhältnifs mit dem Sinus der Breite stehen, und zugleich mit dem Sinus der Breite gröfser oder kleiner werden. Aus einer Bemerkung de la Grange's (nach welcher die Ursache der verschiedenen Richtung der Kometen in ihrer verschiedenen Geschwindigkeit zu suchen sey, welche Voraussetzung wir auf ihre innere Wahrscheinlichkeit ununtersucht lassen *wollen*) *geht so viel hervor*, dafs die rückläufigen Kometen sich mit einer relativen gröfseren Geschwindigkeit bewegen als die rechtläufigen. Nach unserer Theorie würde es heifsen müssen: da die Geschwindigkeiten der rückläufigen Kometen im Allgemeinen gröfser als die der rechtläufigen ist, so mufs auch im Allgemeinen der Sinus der Breite ihrer Bahnen gröfser als der der rechtläufigen seyn.

130.) Bezeichnet nun K C M, Fig. 20., die kegelförmige, in den Raum des Sonnensystems sich erstreckende Zone, aus welcher, nach unserer Theorie, die Körper mit der möglichst gröfsten Geschwindigkeit in derselben Entfernung sich bewegen, und ist die Linie N s die wahre Sonnenaxe, so wie die Axe des Kegels c k m, so ist der wahre Sonnen-Aequator W O, und die wahre Neigung der Erdbahn T t gegen die Aequatoreal-Ebene der Sonne = dem Winkel W C T. Ist nun durch irgend welche Beobachtungen, wie die Cassini- de la Landeschen, zufällig die Aequatoreal-Ebene der Sonne falsch, entweder zu viel oder zu wenig gegen die Ebene der Erdbahn geneigt, bestimmt, so müssen, da, nach unserer Theorie, unabänderlich alle Körper jedes gegebenen Systems

sich nach einer Richtung bewegen müssen, nothwendig einige der, in jener kegelförmigen Zone sich bewegenden, Körper scheinbar rückläufig erscheinen. Ist nämlich die Neigung des Sonnen-Aequators gegen die Ebene der Erdbahn gröfser, als der Winkel W C T angenommen, z. B. um einen dem Winkel N C M gleichen Winkel, so ist die falsche Sonnenaxe M P, und alle, in der Zone N C M sich bewegenden, Körper müssen rückläufig erscheinen, obgleich die, in der *Zone K C N sich* bewegenden, Körper defswegen rechtläufig erscheinen werden. Ist der Winkel, um welchen sich die Aequatoreal-Ebene der Sonne gegen die Ebene der Erdbahn neigt, kleiner als der Winkel W C T, etwa um einen dem Winkel K C N gleichen Winkel, angenommen, so ist die falsche Sonnenaxe in K L, und alle, in der Zone K S N sich bewegenden, Körper werden rückläufig erscheinen, während die, in der Zone N C M sich bewegenden, Körper, nach wie vor, rechtläufig erscheinen werden. Möglich ist es daher, dafs die, aus empirischen Bestimmungsgründen bestimmte, Aequatoreal-Ebene der Sonne falsch seyn kann; dafs sie es auch seyn mufs, läfst sich aus de la Grange's Bemerkung, nach unserer Theorie, auch leicht einsehen.

131.) Da Pastorff, wie oben angeführt, aus seinen Beobachtungen gefolgert hat: dafs aus der Bewegung der Sonnenflecken kein gewisses Resultat für die Rotation der Sonne gezogen werden könne, und wir gesehen haben, dafs allerdings ein Fehler in Bestimmung der Aequatoreal-Ebene oder Rotationsaxe der Sonne begangen werden könne, so können wir annehmen, dafs die Neigung des Sonnen-Aequators gegen

die Ebene der Erdbahn, wie sie von Cassini bestimmt ist, falsch seyn müsse, besonders da, nach unserer Theorie und den oben (92.) dargestellten Grundsätzen, die Neigung der Ebene der Erdbahn gegen die Ebene des Sonnen-Aequators, wie es aus der hinten angehängten Tabelle zu ersehen ist, 10° 29′ 54″, 36 betragen mufs. Kann nun ferner, nach Pastorff, aus der Bewegung der Sonnenflecken kein gewisses Resultat für die Rotation der Sonne gezogen werden, so kann ja auch *die Neigung des Nordpols der Sonne* z. B., die nach Cassini gegen den 8° der Fische, nach de la Lande aber gegen 18° der Fische gerichtet seyn soll, eine ganz andere Richtung haben.

132.) Nach unserer Theorie mufs nämlich nicht allein jeder Körper irgend eines Körpersystems sich um eine Axe bewegen, die immer mit sich selbst parallel bleibt (118.), sondern es müssen auch alle Körper jedes Systems sich um Axen bewegen, die zwar gegen die Ebenen ihrer Bahnen verschieden geneigt seyn können, aber unter einander parallel bleiben müssen. Ist nun zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche der Durchschnittspunkt der Ebene der Erdbahn mit der Ebene des Erd-Aequators in 0° des Widders (im Sternbilde der Fische) so ist der Nordpol der Erdaxe gegen 0° des Steinbocks (im Sternbilde des Schützen) geneigt, und eben dieselbe Richtung mufs die Neigung des Nordpols der Sonnenaxe haben, so wie auch die Durchschnittspunkte des Erd-Aequators, der Erdbahn und des Sonnen-Aequators immer zusammenfallen müssen. Der Neigungswinkel des Erd-Aequators gegen die Ebene der Erdbahn ist zwar, da er 23° 30′ ausmacht, gröfser als der Nei-

gungswinkel der Erdbahn gegen die Aequatoreal-Ebene der Sonne, der, nach unserer Theorie, nur 10° 29′ 54″ 36 beträgt; dieser Unterschied hängt aber von Störungen ab, die wir hier in den Fundamental-Grundsätzen der Bewegungslehre nicht berühren können, die aber später zur Sprache kommen werden, und von welchen auch die, von Bradley zuerst entdeckte, sogenannte Nutation der Erdaxe eine nothwendige Folge ist.

133.) *Nehmen wir daher die* wahre Sonnenaxe nicht so, wie sie sich, aus höchst schwankenden und unzuverlässigen Beobachtungen, um 82½ Grad gegen die Ebene der Erdbahn und gegen den 18° des Sternbildes der Fische (im Sternbilde des Wassermanns) geneigt, angegeben wird, sondern so, wie sie sich aus unserer Theorie ergiebt, also um beinahe 79½ Grad gegen die Ebene der Erdbahn und gegen 0° des Sternbildes des Schützen geneigt, so wird gewiſs die ganze Reihe der rückläufigen Kometen verschwinden, von denen schon Kant *) vor 80 Jahren gesagt hat: "Es werden also vielleicht Kometen seyn, die ihren "Umlauf nach der entgegengesetzten Seite, von Mor-"gen gegen Abend, anstellen werden, ob ich gleich "aus Ursachen, die ich hier anzuführen Be-"denken trage (?), mich beinahe überreden möchte, "daſs von den 19 Kometen, an denen man diese Be-"sonderheit bemerkt hat, bei einigen vielleicht ein "optischer Schein Anlaſs dazu gegeben haben möchte." Nicht ein optischer Schein, wohl aber eine willkührliche, auf unzuverlässige Beobachtungen gestützte,

*) A. a. O. S. 45.

Annahme hat dazu Anlafs gegeben, wovon sich zu überzeugen die beste Gelegenheit seyn wird an dem Halleyschen Kometen, der auch zu der Zahl der rückläufigen gehört.

134.) Die, gegen unsere Theorie sich stellende, Schwierigkeit der rückläufigen Kometen kann, nach unsern vorhergehenden Betrachtungen über dieselbe, als aufgehoben betrachtet, und der ganze Raum des Sonnensystems von uns als ein grofser Wirbel betrachtet werden, *in welchem alle einzelnen* Punkte (Körper) sich nur in einer Hauptrichtung um die Rotationsaxe, obgleich in höchst mannigfaltig sich durchkreuzenden Bahnen, bewegen können. Diese Ansicht haben auch schon, aufser Cartesius, noch v. Leibnitz, Johann und Daniel Bernoulli gehabt; die beiden Letzteren haben sogar die physische Ursache der Neigung der Planetenbahnen gegen die Ebene des Sonnen-Aequators, und die Verschiedenheit dieser Neigungen durch einen solchen Wirbel zu erklären gesucht, und von der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften den auf die Beantwortung dieser Fragen, im Jahre 1732, gesetzten Preis erhalten. Die Entstehung des Wirbels selbst ist aber defswegen weder erklärt, noch auch an die Erklärung besonders viel gedacht worden, folglich die Frage bis jetzt nichts weniger als erledigt gewesen, obgleich, wie schon oben (41.) angeführt, dafs Kepler und Wiedeburg die wahrscheinliche Ursache aller Bewegungen im Sonnensysteme, die es auch nach unserer Ansicht seyn soll, richtig angegeben haben.

135.) Wenn aber erst die Neigung der Ebene der Erdbahn gegen die Aequatoreal-Ebene der Sonne un-

richtig seyn kann, so wird es auch die Neigung der Ebenen aller übrigen Planetenbahnen seyn müssen, indem erst die Neigung der Letzteren gegen die Ebene der Erdbahn durch Beobachtung bestimmt, und dann auf die angenommene Cassini- de la Landesche Ebene des Sonnen-Aequators reducirt worden. Kann nun nicht allein die Gröfse der Neigung der Erdbahn gegen die Ebene des Sonnen-Aequators, sondern auch die Richtung, nach welcher sich die Sonnenaxe gegen die Ebene der Erdbahn neigt, wie es aus unserer Theorie sich ergiebt, unrichtig seyn, so mufs die, nach einer angenommenen falschen Aequatoreal-Ebene der Sonne bestimmte, Neigung der Planetenbahnen, in Beziehung auf die Aequatoreal-Ebene der Sonne, nicht allein falsch, sondern auch die wahren Neigungen, wie sie nach einem Princip berechnet werden können und müssen, aufserordentlich verschieden seyn. Die in der angehängten Tabelle, nach unserer Theorie, berechneten Neigungen der Planetenbahnen dürfen indessen auch noch nicht als unabänderlich richtig angesehen werden, indem sie vielen Störungen unterworfen seyn können, deren Ursachen aber keineswegs in gegenseitigen anziehenden Kräften der Planeten gesucht werden müssen, die vielmehr von den bewegenden Kräften, von welchen die Planeten (und Kometen), in einem gleichfalls bewegten Raume bewegt werden, herrühren.

136.) Die Keplersche Regel, dafs die Bahnen der Planeten (und Kometen) elliptisch sind, ist nur insofern richtig, als uns keine anderen, als in elliptischen Bahnen sich bewegende, Körper bekannt sind, wovon die Ursache klar vor Augen liegt. Während

es möglich ist, dafs in jedem Körpersysteme, also auch im Sonnensysteme, sich eine ganz unbestimmbare Zahl Körper gegen und um den Centralkörper desselben, in Bahnen von der mannigfaltigsten Abweichung vom Kreise, bewegen, giebt es nur eine einzige Ebene in jedem Systeme, die Aequatoreal-Ebene, in welcher die Körper sich in vollkommenen kreisförmigen Bahnen um, so wie nur eine einzige Linie die Rotationsaxe des Centralkörpers, so wie des ganzen Systems, in welcher die Körper in vollkommenen geraden Linien gegen den Centralkörper sich bewegen können. Die Zahl der in der Aequatoreal-Ebene der Sonne, in kreisförmigen Bahnen und in der Rotationsaxe der Sonne in geraden Linien, sich bewegenden Körper zu der Zahl in jeder möglichen, in Beziehung auf unsere Vorstellungsart, nördlichen oder südlichen Breite, in elliptischen Bahnen sich bewegenden Körper, mufs sich verhalten, wie der Rauminhalt der Aequatoreal-Ebene und der Rotationsaxe, wenn wir diesen, die als Fläche und Linie gar keine Dicke haben, irgend eine bestimmte Dicke beilegen, zu dem (sphärischen) Raume des ganzen Systems. Da wir nur 11, in unbedeutend vom Kreise abweichenden Bahnen, sich bewegende, Körper (die Planeten) und höchstens 500, in beträchtlich vom Kreise abweichenden Bahnen, sich bewegende Körper (die Kometen) im Sonnensysteme kennen, in welchem, gewifs bedeutend mehr als Lambert *) vermuthet hat, viele Millionen (Planeten- und Kometen-) Körper sich bewegen können und wirklich sich bewegen, so ist es

---

*) Kosmologische Briefe.

ja nicht so besonders merkwürdig, dafs wir unter diesen wenigen Bekannten keinen einzigen gefunden haben, dessen Bahn ein vollkommener Kreis wäre, obgleich die Bahn der Venus nur sehr wenig vom Kreise abweicht. Ob indefs nicht schon in einer geraden Linie in der Rotationsaxe des Sonnensystems sich bewegende Körper in unserer Erfahrung gegeben sind, dürfen wir nicht geradezu verneinen, vielmehr die Kometen, die nicht von der Sonne zurückgekehrt sind, *als solche* erklären, deren Bahnen, wenn sie nicht vollkommene gerade Linien waren, doch so sehr vom Kreise abwichen, dafs der Punkt p, Fig. 13., ihrer Bahn in dem Sonnenkörper selbst sich befunden hat, in welchem Falle sie dann nothwendig auf die Sonne fallen mufsten, und folglich von derselben nicht zurückkehren konnten.

137.) Was die Umdrehungsbewegung der Weltkörper um eigene feste Axen, auf welche, so wie auf die verschiedene Geschwindigkeit und die Mittheilung derselben in den (jeden Körper umgebenden) Raum, unsere ganze Theorie sich gründet, betrifft, so sind sie in neuerer Zeit, gröfstentheils in dem Laufe des letzten Jahrhunderts, an den uns näher liegenden beobachtet, und aus diesen Beobachtungen die Umdrehungsperioden zu bestimmen versucht worden. Die Bestimmungsgründe für die Umdrehungsperioden der Planeten sind an die beobachtete Wiederkehr als fest angenommener Flecken (wie bei Mars, Jupiter und Saturn), oder ähnlicher Hörnerspitzen (wie bei Venus und Mercur) geknüpft, und sind nichts weniger als erschöpfend, da noch sehr viele Ungewifsheit in Hinsicht der wahren Umdrehungsperioden

herrscht, und die Meinungen darüber sehr getheilt sind. Wenn man aber genau bemerkt, wie die Umdrehungsperioden der Planeten bestimmt worden, und wie sie auch nur bestimmt werden konnten, so mufs man diese Ungewifsheit als ganz unvermeidlich betrachten. Auf die beobachtete Wiederkehr als fest angenommener Flecken, läfst sich ja wohl Pastorffs oben angeführte Erklärung, in Beziehung der Sonnenflecken, anwenden, und was die beobachtete Wiederkehr ähnlicher Hörnerspitzen betrifft, so sind hier wohl Täuschungen möglich.

138.) Ueber die Umdrehungsperiode des Mercur sind in neuerer Zeit von Vidal in Mirepoix, und Schröter in Lilienthal Beobachtungen angestellt worden. Die Beobachtungen des Erstern haben ein sehr schwankendes Resultat gegeben; Letzterer will aber mit fast völliger Gewifsheit bewiesen haben, dafs sich Mercur in 24 Stunden 5′ 5″ einmal um seine Axe bewege. Ueber die Umdrehungsperiode der Venus sind schon mehrere und auch ältere Beobachtungen vorhanden, und da sind die beiden Bestimmungen von *Bianchini* und Cassini sehr weit von einander verschieden. Die Ungewifsheit über die wahre Umdrehungsperiode der Venus hat mehr als ein Jahrhundert gedauert, bis endlich auch wieder Schröter dieselbe zu $23^h\,21'$ annehmen zu können glaubte. Auch die Umdrehungsperiode des Mars ist erst in neuerer Zeit bestimmt worden; sie soll, nach la Place, $24^h\,1'\,38''$ betragen, folglich auch ungefähr eben so viel als die Umdrehungszeit der Erde, die sich bekanntlich in 24^h um ihre Axe dreht. Aber der Mars ist auch der Letzte, der die, durch eine ungefähr 24stündige Umdrehungs-

periode ausgezeichnete, Reihe (wie H. G. Schubert sagt) der Planeten beschliefst. Die zunächst darauf folgenden Asteroiden haben, ihrer Kleinheit und hauptsächlich ihrer Dichtigkeit und grofsen Atmosphären wegen, noch keine Umdrehungsperioden beobachten lassen, und gehören noch vorläufig in keine Reihe. Mit dem Jupiter fängt aber die zweite Reihe an, die sich durch eine 10stündige Umdrehungsperiode auszeichnen soll, denn Jupiter selbst dreht sich um seine Axe in $9^h\ 56'$, und Saturn in $10^h\ 16'\ 15''$. Der zu dieser Reihe gehörende Uranus ist aber so entfernt, dafs seine wirkliche Umdrehungsperiode noch aus Betrachtungen nicht hat bestimmt werden können, indefs hat man aus seiner bedeutenden Abplattung an den Polen geschlossen, dafs sie nicht kleiner seyn könne als die des Jupiters und die des Saturns ist.

139.) Was aus Beobachtungen über die Umdrehungsperioden der Planeten sich ergeben hat, ist hier kurz zusammengetragen. Zwar sind über die Umdrehungsperioden mehrerer Planeten mehrere, untereinander verschiedene, Bestimmungen vorhanden; das ist aber nur ein Beweis, wie schwankend und unverlässig alle diese Bestimmungen seyn müssen, so lange sie sich nur auf die beobachtete Wiederkehr, vielleicht an und für sich beweglicher, atmosphärischer Flecken stützen. Auf dem Wege der Beobachtung wird auch wohl schwerlich die Dauer der Umdrehungsperioden der Planeten ganz genau gefunden werden können, so lange man nicht unumstöfsliche Beweise hat, dafs die beobachteten wiederkehrenden Flecken u. dergl. unveränderlich dieselben, und überdies fest mit der Oberfläche der beweglichen Planeten

verbunden sind, und so lange noch keine Theorie vorhanden ist, die genügend die Ursache der Rotationsbewegungen aller Weltkörper erklärt, an welcher dann die Beobachtungen einen festen Stützpunkt hätten.

140.) Ueber die Ursache der Rotationsbewegungen der Weltkörper sind viele Meinungen vorhanden, die zwar mehr oder weniger, je nach dem Gesichtspunkte, von welchem die Urheber derselben ihren Gegenstand betrachteten, diese Erscheinungen zu erklären suchen, keineswegs aber so umfassend und erschöpfend sind, dafs sofort eine Theorie auf sie erbaut werden könnte. Die Meinungen von Descartes, Kant und la Place haben wir schon oben (41.) berührt, und wollen hier noch die der neuern Naturphilosophen und der eigentlichen Mathematiker oder Nachfolger Newtons anführen. Cartesius hat *geglaubt*, dafs jeder Weltkörper von einem Wirbel umgeben sey, der ihn um die Axe bewege. Kant erklärt die rotirende Bewegung der Weltkörper aus der schiefen Richtung, mit welcher die, einen Körper zusammensetzenden, einzelnen materiellen Theile auf- und aneinandergefallen sind. Die verschiedene Geschwindigkeit dieser Bewegung soll im Verhältnifs der Menge der Theile, aus welchen ein Körper besteht, stehen, und daher von allen (untergeordneten) Körpern in unserm Sonnensysteme Jupiter sich mit der gröfsten Geschwindigkeit um seine Axe bewegen *). Wenn, nach la Place, aus einer, um oder mit der Sonnenkugel rotirenden, Atmosphäre sich Planetenkugeln condensirt hatten, die nach derselben Richtung, wie

*) Kant, a. a. O. S.50.

die Sonne, um ihre Axen sich in ihren Bahnen bewegten, so mufsten sie auch nach derselben Richtung sich um ihre Axen bewegen. Hier ist die Sache wohl richtig aufgefafst, aber noch keine Ursache nachgewiesen, die diese Wirkung hervorbringen könnte.

141.) Nach Schelling soll die Ursache der rotirenden Bewegung der Weltkörper in einem Bestreben derselben, in sich selbst zu seyn, bestehen. Wenn aber wirklich das Bestreben der Weltkörper, in *sich selbst zu seyn*, die Ursache ihrer Axendrehung seyn soll, so kann man weiter fragen: warum denn die Körper dieses Bestreben von verschiedener (Intensität) Gröfse haben, was vorausgesetzt werden mufs, da die Umdrehungsperioden so sehr verschieden sind, und warum dieses Bestreben nur immer eine Bewegung nach einer und derselben Richtung hervorbringe? Diese Erklärung ist also ganz unbestimmt und, genau betrachtet, auch noch falsch. Denn das Bestreben der (materiellen) Körper, in sich selbst zu seyn, kann doch nur heifsen: (die Masse) der Körper strebt, durch die Wirkung irgend einer Kraft (der Schwere) im (seinem eigenen) Mittelpunkte zu seyn, also in einen Punkt zusammenzufallen. Nach unserer obigen (22—24.) Erklärung ist aber die rotirende Bewegung gerade die Ursache, die alle materiellen Körper am Zusammenfallen in einen Punkt hindert, die also auch als die Ursache betrachtet werden kann, vermöge welcher alle Körper einen gegebenen bestimmten Raum mit Beharrlichkeit einzunehmen streben. Wäre keine Rotation in der Welt, so müfste ja alle Substanz entweder durch die Wirkung der ausdehnenden Kraft sich ins Unendliche zer-

streuen, oder durch die Wirkung der Schwere, der negativen ausdehnenden Kraft, in einen Punkt zusammenfallen und nur durch die Rotation ist eine bedingte Beständigkeit in die Körperwelt gekommen. Die Rotation kann daher auch nicht zugleich die Ursache der Beständigkeit der Materie und des Bestrebens derselben, in einen Punkt zusammenzufallen, seyn.

142.) Oken sagt, dafs alle Rotation in der Welt von einer Ur-Rotation abzuleiten sey, woran wir gar nichts einzuwenden haben, da dieses auch ganz unsere Meinung ist. Für den Physiker ist sie aber eben so ungenügend, als Schellings Meinung; denn wo der Physiker ähnliche Erscheinungen, die gleiche Ursachen vermuthen lassen, die aber, in Beziehung auf Geschwindigkeit, Richtung und Erfolg, nicht ganz gleich sind, antrifft, mufs er die Ursache an und für sich richtig oder wenigstens wahrscheinlich zu erklären suchen, um dann zur Bestimmung des Verhältnisses der ähnlichen Erscheinungen schreiten zu können, was sich aber auf den Grund der Okenschen Idee nicht füglich thun läfst. — Die Astronomen (Mathematiker und Newton an ihrer Spitze) glauben zwar, die Rotationsbewegung der Weltkörper durch einen excentrischen Stofs, der sie einst getroffen, und ihnen die ursprüngliche Bewegung nach der Tangente eingedrückt (125.) haben soll, erklären zu können; aber hier bleibt auch noch, nachdem die Frage, woher der Stofs gekommen seyn mag, beseitigt ist, die schon oben, bei Betrachtung der Schellingschen Meinung, aufgeworfene Frage zu beantworten übrig: warum bei allen Planeten (überhaupt bei allen näher beobachteten Weltkörpern) der excentrische Stofs so

erfolgt sey, dafs alle sich nach derselben Richtung bewegen? und warum alle Körper sich mit verschiedener, weder mit ihrer Masse, noch mit ihrer Gröfse (ihrem Rauminhalte) im Verhältnisse stehender Geschwindigkeit bewegen? Wenn die Meinung der Astronomen wirklich erschöpfend wäre, so hätten ja Kant, la Place, Schelling und Oken, die alle nach Newton lebten und dachten, und, wie es scheint, durch die Hypothese nicht zufrieden gestellt waren, nicht versucht, noch andere Erkundigungen zu geben. Kant hat sogar a. a. O. ausdrücklich gegen Newtons Meinung erklärt, dafs die Axendrehung nicht die Wirkung einer äufsern Ursache seyn könne, aber freilich aus Gründen, denen wir unsern Beifall versagen müssen.

143.) An alle diese Meinungen reiht sich die unsrige, die zwar auch einen excentrischen (oder eigentlich Streifstofs), aber einen stetigen annimmt, weil die Wirkung der Fliehkraft auf alle Körper eines gegebenen Systems eine stetige ist. Warum die Körper sich insgesammt nach einer Richtung bewegen, scheint aus unserer Theorie klar hervorzugehen; als Ursache der verschiedenen Rotationsgeschwindigkeit nehmen wir aber die verschiedene Beweglichkeit (113.), im Verhältnifs der Eigenschwere (Qualität der Schwere), zugleich mit der verschiedenen Qualität der Fliehkraft an. In der angehängten Tabelle sind neben den bekannten, aus Beobachtungen bestimmten, Rotationszeiten der Planeten die, nach unserer Theorie und der oben (115.) gegebenen Formel berechneten, Rotationszeiten zusammengestellt, bei welcher Berechnung die bekannte Rotationszeit der Erde $= 24^h$ als Einheit zum Grunde liegt.

144.) Es ist leicht möglich und sogar wahrscheinlich, dafs die von uns berechneten Umdrehungszeiten der Planeten mit den wahren nicht übereinstimmen, und dafs namentlich die letzteren sehr viel kürzer seyn können, woran die wahrscheinlich veränderte Rotationsgeschwindigkeit der Erde, die wir bei unseren Betrachtungen als Einheit angenommen haben, die Schuld tragen kann. Die Erde, so wie alle Planeten und wahrscheinlich alle Weltkörper, sind nämlich, in Beziehung auf ihre Rotationsbewegung, Störungen unterworfen, die nicht von den, im Weltenraume thätigen, bewegenden Kräften, sondern von später zu betrachtenden Ursachen herrühren, deren Wirkung aber von sehr langer Dauer ist. Eine solche Störung hat nun wahrscheinlich nicht allein den *Parallelismus* der Erdaxe mit der Sonnenaxe, wovon wir schon oben (118.) gesprochen haben, sondern auch die wahre Rotationszeit der Erde verändert. Durch die vereinte Wirkung der bewegenden Kräfte strebt die Erde zwar, zu ihrem ursprünglichen *Parallelismus* zurückzukehren, wovon die veränderte Schiefe der *Ecliptik* die Folge ist; wie langsam aber dieses Zurückkehren der Erdaxe zum ursprünglichen Zustande vor sich geht, läfst sich leicht übersehen, wenn man de Louville's, de la Caille's oder de la Lande's Bestimmung über die Verminderung der Schiefe der Ecliptik darüber vergleicht. Wüfsten wir, welcher von den uns bekannten Planeten keiner bedeutenden Störung, in Beziehung auf seine Rotation, während der ganzen Dauer seiner abgesonderten Existenz, unterworfen gewesen ist, und nähmen seine beobachtete Rotationszeit als Einheit an, so könnten wir finden, um wie

viel sich die Rotationszeit der Erde durch die anzunehmende Störung verändert haben müsse. Da es aber nicht wahrscheinlich ist, dafs irgend ein Körper im Weltenraume von den allgemeinen störenden Bedingungen verschont geblieben seyn sollte, so dürfen wir nicht einmal die Hoffnung hegen, jemals darüber zu der in dieser Beziehung nicht weiter zu bezweifelnden Wahrheit zu gelangen. Unsere oben zur Berechnung der Rotationszeiten entwickelte Formel, von der alle Betrachtungen über diesen Gegenstand nothwendig ausgehen müssen, wird defswegen aber doch ihren Werth behalten.

145.) Es ist nämlich klar, dafs, welche Störungen auch irgend ein Körper in Beziehung auf seine Rotationsbewegung erleiden mag, diese Störungen niemals gewisse Grenzen übersteigen werden, und daher das jener Formel zum Grunde liegende Princip, dafs die Rotations-Geschwindigkeiten der Körper jedes Körpersystems sich gerade wie ihre Entfernungen von dem respectiven Centralkörper, oder gerade wie ihre Beweglichkeit, oder umgekehrt wie ihre Eigenschweren verhalten, immer noch bemerkbar bleiben wird. Gehen wir von diesen Betrachtungen aus, und bringen wir mit ihnen in Verbindung, dafs die Geschwindigkeit der Körper in ihren Bahnen in dem Maafse kleiner wird, als die Rotations-Geschwindigkeit zunimmt, dafs also auch die scheinbare Geschwindigkeit, mit welcher sie ihren Ort verändern, im umgekehrten Verhältnisse mit ihrer Rotations-Geschwindigkeit steht, dafs z. B. der Saturn, während die Erde ihre Bahn vollendet, also 360° zurücklegt, und unterdessen nur 365 (366) Mal sich um ihre Axe

wälzt, zwar nur 12° in seiner Bahn zurücklegt, aber unterdessen, nach den Beobachtungen, 876 Mal oder, nach unserer Berechnung, 1,100 Mal sich um seine Axe dreht, so bietet sich uns ein Mittel dar, mit dessen Hülfe wir versuchen dürfen, auf Entdeckungen auszugehen, um neue Weltkörpersysteme aufzufinden.

146.) Die Fixsterne, die Jahrtausende hindurch als unbeweglich betrachtet wurden, sind nämlich auch von der neuesten Astronomie in Bewegung gesetzt, indem vielfältige und genaue Beobachtungen eine wirkliche Ortsveränderung derselben ganz aufser Zweifel gesetzt haben; doch ist diese Ortsveränderung zum Theil so gering, dafs über die wahre Geschwindigkeit der Fixsterne in ihren respectiven Bahnen, die übrigens in Beziehung auf die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn recht bedeutend seyn kann, nicht einmal Vermuthungen gewagt werden dürfen, viel weniger also noch daran gedacht werden kann, aus diesen, obgleich wichtigen, so doch keine bedeutenden Resultate gebenden, Beobachtungen einiger Jahrzehende ein geordnetes System der Fixsterne zusammenzusetzen. Es bewegen sich aber gewifs alle Fixsterne, eben so wie die Sonne und die Planeten, um eigene Axen, weil die Rotationsbewegung eine nothwendige Bedingung der Fortdauer der Weltkörper, so wie der Weltkörpersysteme ist; diese Rotationsbewegung der Fixsterne kann, nach unserer Theorie, recht bedeutend, wenn auch nicht immer deutlich wahrnehmbar seyn, obgleich ihre scheinbare Ortsveränderung nur unbedeutend ist, und kann dazu dienen, uns wenigstens eine oberflächliche Idee von einem Weltkörpersysteme höherer Ordnung zu geben.

147.) Die Astronomen haben bekanntlich aus den beobachteten Lichtveränderungen einiger Fixsterne auf eine Axendrehung derselben geschlossen, und die Umdrehungszeiten derselben zu bestimmen versucht. So hat man denn bemerkt, dafs der Stern Algol im Kopf der Medusa in 2 Tagen $20^h\,49'$, δ Cepheus in 5 Tagen 8^h, η Antinous in 7 Tagen 4^h, ein Stern in der Leyer in 15 Tagen, α Hercules in 60 Tagen, Mira Ceti in 332 Tagen, und endlich x Cygnus in 407,4 Tagen sich um ihre respectiven Axen zu drehen scheinen. Wenden wir unsere Theorie der Rotationsbewegungen der Weltkörper auf diese Erscheinungen an, ohne die mögliche Abweichung dieser Körper von der Aequatoreal-Ebene des Körpersystems, dessen Glieder sie sind, zu berücksichtigen, da wir hievon gar nichts wissen können, so finden wir (angenommen, dafs in jedem höheren oder niederen Systeme die bewegenden Kräfte und die von denselben hervorgebrachten Bewegungen in ähnlichen Verhältnissen Statt finden, wie in unserem Sonnensysteme, was nach unserer Theorie allerdings wahrscheinlich ist), wenn wir die Umdrehungszeit der Sonne als Einheit annehmen) nicht allein die muthmafslichen Glieder eines höheren Weltkörpersystems, zu welchem auch unsere Sonne mit ihrem ganzen Systeme gehören kann, sondern können auch sofort, mit Hülfe der früher schon bekannten und von uns dargestellten Naturgesetze, ihre verhältnifsmäfsige Entfernung von ihrem respectiven Centralkörper, die verhältnifsmäfsigen Zeiten, in welchen sie um diesen herumlaufen, und endlich die relativen Geschwindigkeiten, mit wel-

chen sie sich in ihren respectiven Bahnen bewegen, bestimmen.

148.) Diese, vielleicht zu kühne, Anwendung unserer Theorie der Rotationsbewegungen der Weltkörper auf die angeführte Erscheinungen giebt uns indeſs ganz unerwartet merkwürdige Resultate in Hinsicht der Entfernungen, Umlaufszeiten und Geschwindigkeiten (was aus der Tabelle ersehen werden kann), die für die beobachtende Astronomie von der höchsten Wichtigkeit und höchst fruchtbar seyn müssen. Vorzüglich müssen die Verhäſtniſszahlen für die Umdrehungszeiten, die, weil die Geschwindigkeiten um eine Axe gerade das Umgekehrte der Geschwindigkeiten in der Bahn sind (116.), auch zugleich die Verhältniſszahlen für die Geschwindigkeiten in der Bahn seyn müssen, sich eignen, die Gröſse der wahren Ortsveränderung jedes Weltkörpers aus der scheinbaren wenigstens verhältniſsmäſsig zu bestimmen, und daher auch mindestens dieselbe Aufmerksamkeit, wie die sogenannten Doppelsterne, verdienen, die in neuester Zeit ein vorzüglicher Gegenstand für die beobachtende Astronomie geworden sind.

149.) Die Störungen, deren wir schon an mehreren Orten gedacht haben, müssen wir hier, da unser Zweck hier nur gewesen ist, die Fundamental-Grundsätze darzustellen, mit Stillschweigen übergehen. Doch erlauben wir uns, hier noch zu bemerken, daſs, obgleich die Ursächlichkeit aller Störungen klar dargestellt werden kann, die Störungen selbst nicht immer einer strengen Gesetzmäſsigkeit unterworfen werden können, und daſs daher diese in zwei wohl zu unterscheidende Reihen geordnet werden

müssen, in a) Störungen, die nach einem festen Gesetze entstehen und sich verändern, — und b) Störungen, die keinem festen Gesetze unterworfen sind. Zu den ersten gehören: das Vorrücken der Apsiden und Knotenlinien, die Veränderung der Abweichung vom Kreise, so wie die veränderte Neigung der Bahnen gegen die Aequatoreal-Ebene des Centalkörpers, die Umänderung der Gestalt eines ganzen Körpersystems u. a. Zu den zweiten gehören: die Bildung und Veränderung der *Weltkörper selbst*, indem sie sich selbst bis zur Berührung (zum Zusammstofsen) nähern, wovon als Folge eine veränderte Bahn- und Rotations-Geschwindigkeit, so wie auch eine Verrückung der Rotations-Axe möglich wäre, und mehrere andere, von denen wir später zu sprechen vielleicht Veranlassung finden werden.

Tabelle nach §. 73. über der Planeten.

Namen	die mittleren Entfernungen	die mittleren Eigenschweren	die Massen
Mercur	0.387100.	2.57318.	0.11920.
Venus	0.725331.	1.379178.	1.25986.
Erde	1.000000.	1.000000.	1.00000.
Mars	1.523631.	0.654887.	0.13217.
Vesta	2.355135.	0.433765.	0.000001722.
Juno	2.667153.	0.374031.	0.0002192.
Ceres	2.767405.	0.361148.	0.0003300.
Pallas	2.773742.	0.360393.	0.0006950.
Jupiter	5.202792.	0.192233.	272.2094.
Saturn	9.540397.	0.104817.	107.93069.
Uranus	19.183305.	0.052406.	4.747448.

Tabelle nach §. 92.

Namen der Planeten.	Sonnennähe der Planeten, die Sonnenferne = 1.	Abweichung vom Kreise = p x, die Sonenferne = 1. nach §. 100.	Den Abweichungen vom Kreise entsprechende Neigungswinkel der Planeten.
Venus	0.986406.	0.013594.	6° 44′ 46″,65.
Erde	0.966952.	0.033048.	10 29 54 36.
Uranus	0.910793.	0.089297.	17 „ 6 93.
Jupiter	0.908269.	0.091731.	17 38 48 85.
Saturn	0.8934408.	0.1065592.	19 3 8 88.
Ceres	0.8547016.	0.1452984.	22 24 27 397.
Vesta	0.S42480,	0.157520.	23 23 1 54.
Mars	0.829441.	0.170559.	24 23 33 61.
Merkur	0.6588828.	0.3311182.	35 44 9 81.
Pallas	0.597697.	0.402303.	39 21 57 999.
Juno	0.592982.	0.407018.	39 38 28 82.

Tabelle aller berechneten Körper.

Namen der Körper.	Neigungswinkel gegen den Sonnen-Äequator, nach §. 92.	Verhältnifsmäfsige Geschwindigkeit in der Entfernung der Erde. nach §. 103.	Umlaufszeiten um die Sonne.	Von wem diese angegeben.	Angebliche Bewegungsrichtung.
Venus . .	6° 44′ 46″,65.	1.056650.	224.7 Tage.	„ Allgemein bekannt. „	v
Erde . . .	10 29 54 36.	1.087134.	365.25 Tage.	„ „	v
Uranus . .	17 „ 6 93.	1.113969.	84 Jahr 8.76 Tage.	„ „	v
Jupiter . .	17 38 48 85.	1.141433.	11 „ 314.85 „	„ „	v
Saturn . .	19 3 8 88.	1.157687.	24 „ 166.82 „	„ „	v
Ceres . . .	22 24 27 397.	1.175139.	4 „ 220,55 „	„ „	v
Vesta . . .	23 23 1 54.	1.181896.	3 „ 224.57 „	„ „	v
Mars . . .	24 23 33 61.	1.188688.	1 „ 321.5 „	„ „	v
Mercur . .	35 44 9 18.	1.258586.	.87 „ 96.75 „	„ „	v
Pallas . . .	39 21 57 999.	1.278385.	4 „ 221.03 „	„ „	v
Juno . . .	39 38 28 82.	1,279832.	4 „ 131.7 „	„ „	v

Kometen.

Enckes . .	64	24	1	784.	1.379068.	1203 Tage.	b) Encke.	v
1770 . . .	71	30	10	92.	1.395823.	$5\frac{1}{2}$ Jahr.	a) Lexell.	v
Pons . . .	74	20	26	734.	1.401019.	2052 Tage.	b) Pons.	v
Halley . .	82	38	44	11.	1.411151.	28070 „	a) de la Lande.	r
1264 . . .	84	16		30.	1.412449.	292 Jahr.	a) ——	v
1532 . . .	84	24		16.	1.412532.	——	——	v
1779 . . .	86	31		7.	1.413555.	1150 Jahr.	Prosperin.	v
1811 . . .	87	14		37.	1.413804.	3383 „	b) ——	r
1807 . . .	87	16		4.	1.413817.	1713 „	b) ——	v
1769 . . .	88	14	20	4.	1.414090.	519 „	a) Lexell.	v
1764 . . .	88	26		„	1.414091.	7334 „	b) ——	v
1769 . . .	88	55		„	1.414150.	2089 „	c) Bessel.	v
1680 . . .	89	37		„20.	1.41420719.	574 „	c) Newton und Halley.	v
1680 . . .	89	44		10.	1.41420931.	1700 „	c) ——	v
1680 . . .	89	49		30.	1.41421380.	6179 „	b) ——	v
1680 . . .	89	50		30.	——	8816.65.	nach Littrow.	v
1680 . . .	89	52		„	1.4142122259.	14030 Jahr.	b) ——	v
	90	„		„	1.414213562375.	——	——	-

a) M. s. Bode a. a. Ort. b) J. F. Krüger Geschichte der Urwelt, 1r Thl. S. 48 folg. c) G. H. Schuberts Ansichten von der Nachtseite der Naturwissenschaften.

Namen der Planeten.	Umdrehungszeiten					
	berechnet nach §. 115.			beobachtet.		
Mercur	42h	37′	33″	24h	5′	50″
Venus	28	8	52	23	21	"
Erde	24	"	"	24	"	"
Mars	20	12	4	24	1	38
Vesta	16	11	14	"	"	"
Juno	16	13	4	"	"	"
Ceres	14	52	43.5	"	"	"
Pallas	16	12	23.6	"	"	"
Jupiter	10	61	7.5	9	54	"
Saturnus	7	55	35	10	16	15
Uranus	5	33	23	"	"	"

Tabelle nach §. 147.

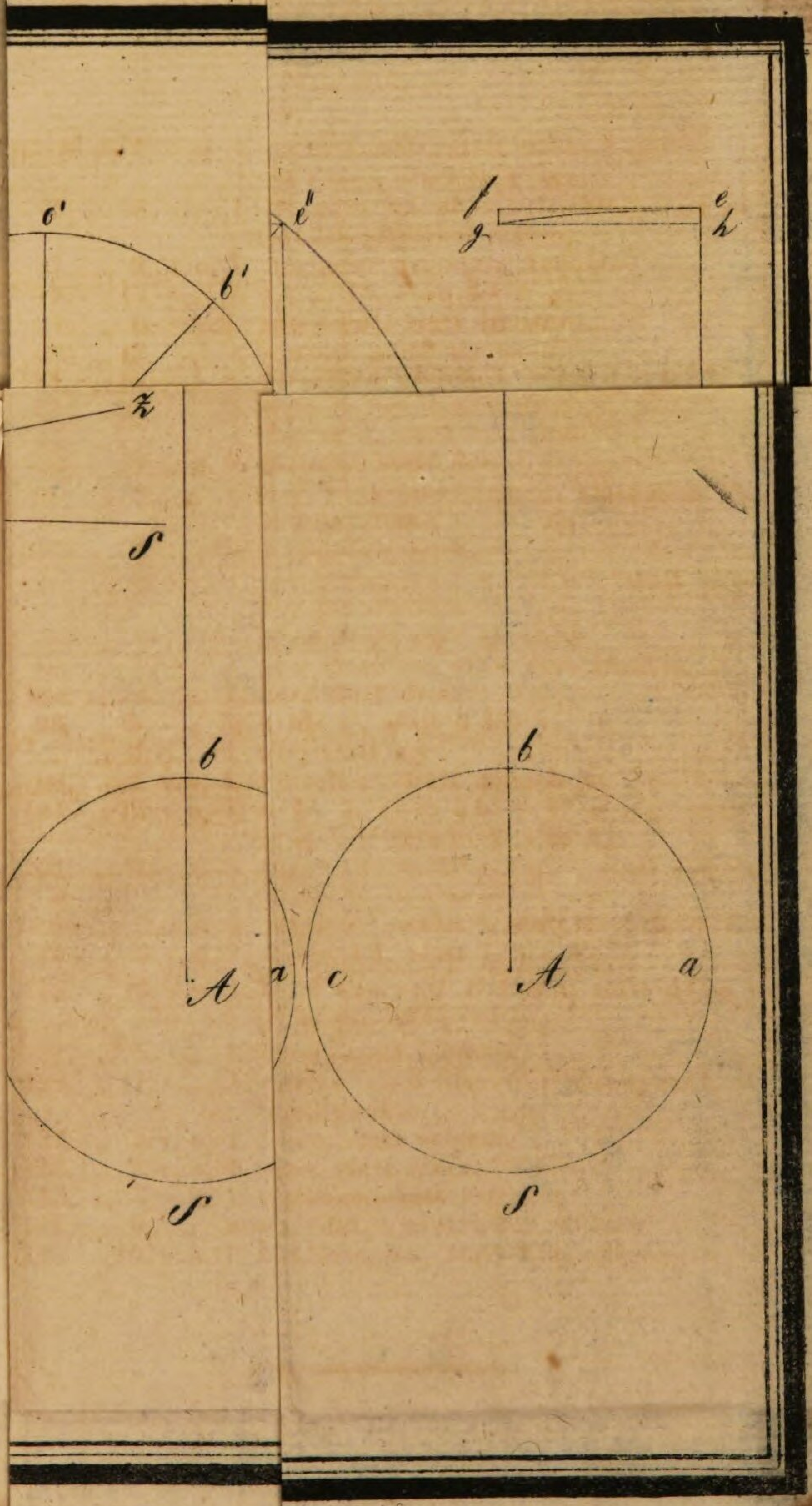
Namen der Sterne.	Verhältnifszahlen der Umdrehungszeiten = d. Verhältnifszahlen der Geschwindigkeit.	Verhältnifszahlen der Entfernungen in dem umgekehrten Quadrat der Umdrehungszeiten.	Umlaufszeit nach der bekannten Kepler-schen Regel.
Algol	0.1124454.	79.08872.	687.3447947.
Cepheus	0.2091501.	22.858100.	109.2850000.
Antinous	0.2810460.	12.660350.	45.0473100.
Sonne	1.0000000.	1.000000.	1.0000000.
Hercules	2.3529435.	0.1806158.	0 02427356.
Mira	13.5611545.	0.00543759.	0.0004009692.
Cygnus	15.9764706.	0.00391757.	0.000245223.

Nachtrag zu §. 129., 130. und 133.

Nach meiner Theorie sind in keinem Körpersysteme irgend welche, gegen die allgemeine Bewegungsrichtung sich bewegende, Körper möglich. Die gegebene Erklärung der scheinbaren Rückläufigkeit einiger Kometen in unserem Sonnensysteme ist, wie gesagt, von einer Bemerkung de la Grange's abhängig, und es ist in der That möglich, dafs aus dem von mir angeführten Grunde einige Kometen scheinbar rückläufig gehen können. Jetzt aber, da ich selber den Lauf des angeblich rückläufig gehenden Halleyschen Kometen habe beobachten können, kann ich nicht allein in Kants geäufserten Zweifel einstimmen, sondern mit der vollsten Ueberzeugung erklären, dafs sich dieser Komet wenigstens nach eben derselben Richtung, wie alle Planeten im Sonnensysteme bewegt, und keineswegs zu den rückläufigen gehört, obgleich er scheinbar, von der Erde aus betrachtet, von Osten nach Westen rückt. Die Ursache dieser sonderbaren Täuschung ist sehr einfach zu erklären, doch hier dazu nicht mehr die Zeit, und auch der Raum zu beschränkt.

Druckfehler.

Seite 1. Z. 3. v. u. l. de la Lande, statt de la Laude.
„ „ „ „ „ l. la Place, statt la Plave.
„ 3. Z. 13. v. o. l. Brandes im physikalischen, statt in Brandes physikalischem.
„ 7. „ 9. v. o. l. Aequator a c, statt Aequator c c.
„ 11. „ 14. „ l. $ks = 1^x$, statt $ks = x$.
„ 27. „ 6. „ l. Intensität, statt Itensität.
„ 30. „ 12. „ l. sowohl, statt alsowohl.
„ 31. „ 18. „ l. derselben gleichen, statt dergleichen.
„ 33. „ 15. „ l. endlich, statt unendlich.
„ 64. „ 17. „ l. der drei, statt von drei.
„ 76. „ 10. v. u. l. die der, statt der.
„ 76. „ 9. „ l. den Planetensystemen, statt dem Planetensysteme.
„ 80. „ 7. „ l. seyn, statt ssyn.
„ 85. „ 2. v. o. l. $= e's$ Cos. $e' : c''s$ Cos. e'', statt $= e''s$ Cos. $e' : c's$ Cos. c''.
„ 90. „ 2. v. u. l. Quantität, statt Qualität.
„ 93. „ 1. „ l. den Punkten, statt dem Punkte.
„ 94. „ 8. „ l. der, statt dem.
„ 96. „ 5. „ l. a bis s', statt a bis y.
„ „ „ 3. „ l. a s', statt a y
„ 98. „ 4. v. o. l. a nach s', statt a nach y.
„ 104. „ 15. v. o, l. $= 1^2 + x^2 = ab + x^2 = ag$, statt $(1 + x)^2 = ab + x = ag$.
„ 104. „ 1. v. u. l. Cos.^{2} : $R^2 + R|^2$ — Cos.^{2}, statt Cos.^{2} : (R + R — Cos.)^2.
„ 105. „ 2. v. o. l. $R^2 + R^2$ — Cos.^{2}, statt $R^2 + R^2$ + Cos.
„ 110. „ 3. v. u. l. Linie d A, statt Linie dt.
„ 118. „ 13. v. o. l. $\sqrt{}$ d Cos. y : $\sqrt{}$ D Cos. x, statt d Cos. y : $\sqrt{}$ D Cos. $\sqrt{}$ x.
„ 121. „ 5. „ l. kann, statt können.
„ 122. „ 11. „ l. unsern, statt unseren; Standpunkt, st. Standpunkte.
„ 122. „ 2. v. u. l. seine, statt seinem.
„ 123. „ 2. v. o. l. eine, statt einer.
„ 133. „ 3. v. u. l. gegeben, statt gegcben.
„ 134. „ 6. „ mufs "dafs" gestrichen werden.
„ 143. „ 10. v. o. l. Erklärungen, statt Erkundigungen.



c'
b'
e''
f
e
g
h
z
s
b
A
a
s
b
c
A
a
s

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Ewertz, J. U.

Fundamental-Grundsätze einer metaphysischen Kosmologie und Bewegungslehre

Riga 1836

Phys.sp. 212 m
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10133709-2